รายงานผลการศึกษาด้วยตนเอง

เรื่อง สาขาเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ เพื่อการทดสอบมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ ระดับ ๑

(Manual Metal Arc Welder Level ๑) (๓๐ ชั่วโมง)

โดย นายวีระเดช สมศรีนวล

ตำแหน่ง ครูฝึกฝีมือแรงงาน ระดับ ช ๓

สำนักงานพัฒนาฝีมือแรงงานเลย

กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน

กระทรวงแรงงาน

รายงานผลการศึกษาด้วยตนเอง

หลักสูตรการฝึกอบรม
สาขาเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ เพื่อการทดสอบมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ ระดับ ๑

(Manual Metal Arc Welder Level ๑)

๑. หลักการและเหตุผล

ด้วยกรมพัฒนาฝีมือแรงงานได้กำหนดให้สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน/สำนักงานพัฒนาฝีมือแรงงาน ดำเนินการตามระบบการประกันคุณภาพการพัฒนาฝีมือแรงงาน และในมาตรฐานที่ ๒ ครูฝึก กำหนดให้บุคลากรที่มีตำแหน่งครูฝึกฝีมือแรงงาน หรือตำแหน่งอื่นแต่มีหน้าที่ในการฝึก ต้องจัดทำแผนพัฒนาบุคลากรรายบุคคล : IDPs – INDIVIDUAL DEVELOPMENT PLAN เพื่อเป็นการพัฒนาตนเองให้เท่าทันเทคโนโลยี และการเปลี่ยนแปลงต่างๆ

ในการปฏิบัติด้านการฝึกอบรมและการทดสอบมาตรฐานฝีมือแรงงาน เมื่อดำเนินการแล้วเสร็จจะต้องมีทักษะฝีมือที่เพิ่มขึ้น สามารถเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ ชิ้นงานเหล็ก รอยต่อตัวที ท่าเหนือศีรษะ (PD/๔F) และท่อหน้าแปลน ท่าตั้งเชื่อมขึ้น (PH/๕F-up) ความหนาตั้งแต่น้อยกว่า ๓ มม.และมากกว่า ๓ มม.

การฝึกอบรมผู้รับการฝึกจะได้รับการฝึกทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติโดยหน่วยฝึกอบรม เป็นเวลา ๓๐ ชั่วโมง ผู้ศึกษาเห็นว่าการเรียนรู้ในหลักสูตรดังกล่าวมีประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองอีกทั้งยังช่วย การปฏิบัติงานให้เกิดความคล่องตัวและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

๒. วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความรู้ ทักษะ และมีความพร้อมทั้งร่างกาย จิตใจ ตลอดจนมีทัศนคติที่ดีต่อการประกอบอาชีพและสามารถปฏิบัติงานได้ดังนี้

๒.๑ เพื่อให้ผู้รับการฝึกเข้าใจหลักการพื้นฐานของการเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ ชิ้นงานเหล็ก รอยต่อตัวที

๒.๒ เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ ชิ้นงานเหล็ก รอยต่อตัวที ได้อย่างถูกต้อง

๒.๓ เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถนำความรู้ หรือทักษะไปใช้ในการปฏิบัติงานหรือพัฒนางานให้มีมาตรฐาน

๓. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

๓.๑ ผู้รับการฝึกสามารถเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ ชิ้นงานเหล็ก รอยต่อตัวที ท่าเหนือศีรษะ(PD/๔F)

๓.๒ ผู้รับการฝึกสามารถเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ ชิ้นงานเหล็ก ท่อหน้าแปลน ท่าตั้งเชื่อมขึ้น (PH/๕F-up) ความหนาตั้งแต่ ๑ มม. ได้ความหนาตั้งแต่น้อยกว่า ๓ มม.และมากกว่า ๓ มม.ได้

๓.๓ ผู้รับการฝึกสามารถพัฒนาตัวเองให้ได้ถึงระดับ ๒ ระดับ ๓ ต่อไป

๔. ขอบเขตการศึกษา

๔.๑ ศึกษาด้วยตนเองและได้รับคำแนะนำจากหัวหน้าฝ่ายมาตรฐานในการจัดทำเรื่องการทำ Power Point การทำสื่อคู่มือฝึกอบรม

๔.๒ ศึกษาเรื่องความปลอดภัยในงานเชื่อมเพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึก รู้และเข้าใจอันตรายที่จะเกิดขึ้นในงานเชื่อม และแนวทางป้องกันศึกษาเกี่ยวกับอันตรายที่จะเกิดขึ้นในขณะทำการเชื่อม เช่น อันตรายจากไฟฟ้าดูด รังสี เสียง ความร้อน ควันจากการเผาไหม้ สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ และแนวทางการป้องกัน

๔.๓ ศึกษาเรื่องหลักการการใช้และการบำรุงรักษาเครื่องมืออุปกรณ์การเชื่อม เพื่อให้ผู้รับการฝึกอธิบายหลักการเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ และอุปกรณ์การเชื่อมได้อย่างถูกต้อง

ของเครื่องมืองานเชื่อม เทคนิคการใช้งาน ข้อควรระวัง และการบำรุงรักษาเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อม การใช้เครื่องเชื่อม การติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบเครื่องเชื่อม

๔.๔ ศึกษาชนิดของเครื่องเชื่อม เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความเข้าใจ เกี่ยวกับการใช้งานเครื่องมือ ในงานเชื่อมได้อย่างถูกต้องวงจรไฟฟ้าในเครื่องเชื่อม ขั้นตอนการทำงานของเครื่องเชื่อมและอุปกรณ์ การติดตั้งเครื่องเชื่อมวัฏจักรการทำงานของเครื่องเชื่อม สายเชื่อม สายดิน หัวเชื่อม เครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบต่างๆ

๔.๕ ศึกษาเรื่องข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึก รู้และเข้าใจเกี่ยวกับข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม ศึกษาข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม (WPS: Welding Procedure Specification) ข้อมูล การเขียนในข้อกำหนด วิธีการเชื่อม การนำข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อมไปใช้งาน

๔.๖ การฝึกปฏิบัติเชื่อมต่อตัวที ท่าเหนือศีรษะ (PD/๔F) เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความเข้าใจและสามารถปฏิบัติการเชื่อมแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำรอยต่อตัวที (T - Joint) ท่าเหนือศีรษะ (PD) ได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ ฝึกปฏิบัติการเตรียมชิ้นงาน การเชื่อมประกอบชิ้นงาน การเตรียมเครื่องเชื่อมและอุปกรณ์ การลับแท่งทังสเตน ระยะยื่นของแท่งทังสเตน การจัดมุมของ Nozzle ปฏิบัติการเชื่อมยึด (TACKS) ชิ้นงาน การเชื่อมต่อตัวทีท่าเหนือศีรษะ (**PD/4F**) โดยการเชื่อมซ้อนแนว การแก้ไขการหดและขยายตัวของชิ้นงานที่ถูกต้อง การจัดมุมลวดของการเชื่อม ระแสไฟ ระยะอาร์ก การเชื่อมรอยต่อตัวที (T - Joint) ท่าเหนือศีรษะ (PD) เทคนิคการบังคับหัวเชื่อม เทคนิคการต่อรอยเชื่อม เทคนิคการเชื่อม ๓ ชั้นเชื่อมเป็นการเชื่อมทับแนวซ้อนกัน การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของรอยเชื่อม โดยมีคุณภาพของรอยเชื่อมระดับ B Class ตามมาตรฐาน ISO ๕๘๑๗

๔.๗ ฝึกปฏิบัติเชื่อมต่อตัวที ท่อหน้าแปลนท่าตั้งเชื่อมขึ้น (PH/๕F) เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความเข้าใจและสามารถปฏิบัติการเชื่อมท่อและแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ รอยต่อตัวที (T - Joint) ท่าตั้งเชื่อมขึ้น (PH) ได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ ฝึกปฏิบัติการเตรียมชิ้นงาน การเชื่อมประกอบชิ้นงาน การเตรียมเครื่องเชื่อมและอุปกรณ์ ปฏิบัติการเชื่อมยึด (TACKS) ชิ้นงาน การเชื่อมท่อต่อฟิลเล็ทแผ่นยึดแน่น **(PF/5F/PH)** โดยการเชื่อมทับแนว การแก้ไขการหดและขยายตัวของชิ้นงานที่ถูกต้อง การจัดมุมลวดเติม การปรับอัตราการไหล ของแก๊สปกป้อง การเชื่อมรอยต่อตัวที (T - Joint) ท่าตั้งเชื่อมขึ้น (PH) เทคนิคการบังคับหัวเชื่อม เทคนิค การต่อรอยเชื่อม เทคนิคการเชื่อม ๒ ชั้นการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของรอยเชื่อม โดยมีคุณภาพของรอยเชื่อมระดับ B Class ตามมาตรฐาน ISO ๕๘๑๗

๕. ผลการศึกษา

๕.๑ ความปลอดภัยในการเชื่อม(Welding Safety)

ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับการเชื่อม นับเป็นความสำคัญอย่างยิ่งเพราะฉะนั้นผู้เชื่อมต้อทำการศึกษา และหาทางป้องกันในเรื่องอันตรายที่จะเกิดจากกระบวนการเชื่อมต่างๆ ผู้ที่ทำงานโดยไม่คำนึงถึงควาปลอดภัย มักจะประสบกับอุบัติเหตุเสมอ ซึ่งบางครั้งอาจรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิต หรือไม่ก็ ทรัพย์สมบัติเสียหาย ซึ่งนับเป็นการสูญเสียทั้งเงินและเวลาอันตรายจากการเชื่อมมีหลายอย่าง ซึ่งเราพอจะสรุปออกมาได้เป็นหัวข้อดังนี้

๑.อันตรายที่เกิดจากไฟฟ้าดูด

โดยปกติแล้วมีข้อควรระวัง และหาทางป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าดูดมากมาย สิ่งแรกที่ควรคำนึงถึงคืออุปกรณ์ต่างๆ ที่จะใช้ในการเชื่อมนั้นอยู่ในสภาพที่ดี เรียบร้อย พร้อมใช้งาน และอุปกรณ์ต่างๆที่จะใช้ในการเชื่อมควรถูกต้องและเป็นไปตามมาตรฐาน ขั้วต่อสายตำแหน่งต่างๆ แน่นดีเพียงไรและสาเหตุอันเกิดจากไฟฟ้านี้จะเป็นเหตุทำให้เครื่องมืออุปกรณ์ชำรุดเสียหาย และเป็นอันตราย ต่อผู้ใช้ด้วย บริเวณที่ทำงานเชื่อมควรเป็นที่แห้งไม่ชื้นแฉะ ซึ่งทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจรหรือดูดผู้ทำงานได้

๒.อันตรายที่เกิดจากการอาร์ก

กรรมวิธีการเชื่อมแบบต่างๆ จะทำให้เกิดแสงอุลตร้าไวโอเลต และแสงอินฟาเรดเป็นจำนวนมากมาย ผิวหนัง แม้จะโดนแสงดังกล่าว เป็นเวลาสั้นๆ ก็ตา แต่ก็ส่งผลทำให้ผิวหนังไหม้จนทำให้เกิดความเจ็บปวดได้อย่างมาก ทั้งนี้ผู้ทำงานเชื่อมควรสวมเสื้อหนังเพื่อป้องกัน ควรเป็นเสื้อหนังอย่างดี และไม่ติดไฟได้ง่าย ทั้งนี้ ยังรวมไปถึงหมวก,ปลอกแขน,ไหล่,หน้าอกและท้อง รวมทั้งถุงมือด้วย สิ่งที่ต้องคำนึงถึงอีกอย่างหนึ่งก็คือ ดวงตา ทั้งนี้ เพราะการป้องกันส่วนอื่นอย่างดี แต่ไม่ป้องกันดวงตาจะใช้หน้ากากอย่างเดียวย่อมไม่เพียงพอ ควรจะสวมแว่นตาป้องกันอีกชั้นหนึ่ง แสงอาร์กจากการเชื่อมจะทำให้เกิดการเจ็บปวดเป็นเวลา ๒๔-๔๘ ชั่วโมง ขึ้นไป และตอนนี้ก็ได้มีการคิดค้นหาทางป้องกันอยู่เสมอ โดยเฉพาะดวงตา แสงอินฟาเรดจะทำให้ “เรติน่า” ของตาเกิดอาการเมื่อยล้าเพิ่มมากขึ้นและผลที่เกิดขึ้นนี้มิใช่จะเกิดในทันทีทันใดแต่จะเกิดขึ้นในภายหลัง

๓.การระบายอากาศ

ขณะทำการเชื่อมจะเกิดควันขึ้น ควรจะหลีกเลี่ยงการสูดดมควันโดยตรง ควรหาผ้ามาปิดจมูกไว้ หรือถ้าเชื่อม ในบริเวณพื้นที่จำกัด ควรต้องให้อากาศจากภายนอกหมุนเวียนเข้ามาอย่างสม่ำเสมอ และควรมีผู้อยู่ข้างนอกหนึ่งคน คอยให้ความช่วยเหลือเมื่อจำเป็น การเชื่อมโลหะจำพวก ตะกั่ว ทองแดง แคดเมี่ยม และสังกะสี ควรมีเครื่องมือพิเศษเหล่านี้เป็นตัวดูดควัน

๔.การลุกไหม้และการเกิดการระเบิด

การลุกไหม้และการเกิดการระเบิด นับเป็นอันตรายอันอาจเกิดขึ้นได้ในขณะเชื่อม ถ้าไม่หาวิธีป้องกันที่ดีพอ การเชื่อมแบบต่างๆ ย่อมทำให้เกิดประกายไฟ และสะเก็ดไฟกระเด็น ซึ่งเป็นจุดให้เกิดไฟไหม้และ การระเบิดได้ ถ้าไม่หาทางป้องกันไว้ก่อน ฉะนั้นจึงควรมีอุปกรณ์ในการดับเพลิง ซึ่งได้แก่ น้ำยาเคมีดับเพลิง ที่บริเวณรอบๆ โรงงาน และให้ง่ายต่อการหยิบใช้ และควรมีการตรวจตราอยู่เสมอให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน อีกสิ่งหนึ่งที่ผู้เชื่อมควรคำนึงให้มากก็คือ การเชื่อมถังที่เคยบรรจุเชื้อเพลิงไว้ ซึ่งอาจเป็นเหตุทำให้เกิดไฟ และการระเบิดได้ฉะนั้นผู้ทำงานเชื่อมด้านนี้จึงควรคำนึงถึงและแน่ใจว่าจะไม่เกิดอันตรายขึ้นได้

๕.อันตรายที่เกิดขึ้นภายหลังการทำความสะอาดงานเชื่อมและอื่นๆ

อันตรายที่จะเกิดขึ้นภายหลังการเชื่อม ก็คือ การทำความสะอาดแนวเชื่อม ฉะนั้นผู้เชื่อมจึงควรป้องกันผิวหนัง และตา หน้ากาก ถุงมือ เสื้อหนัง จะช่วยป้องกันจากการเจียระนัย และควรสวมแว่นตา เป็นกาป้องกันรองจากการใช้หน้ากากโดยสม่ำเสมอ ทั้งนี้เพราะเศษของโลหะอาจกระเด็นเข้าไปภายในหน้ากากที่สวมใส่ได้เสมอการเชื่อม ไปอย่างไม่หยุดยั้ง ทำให้สามารถเชื่อมได้ทั้งชนิดที่ควบคุมการเชื่อมด้วยมือ

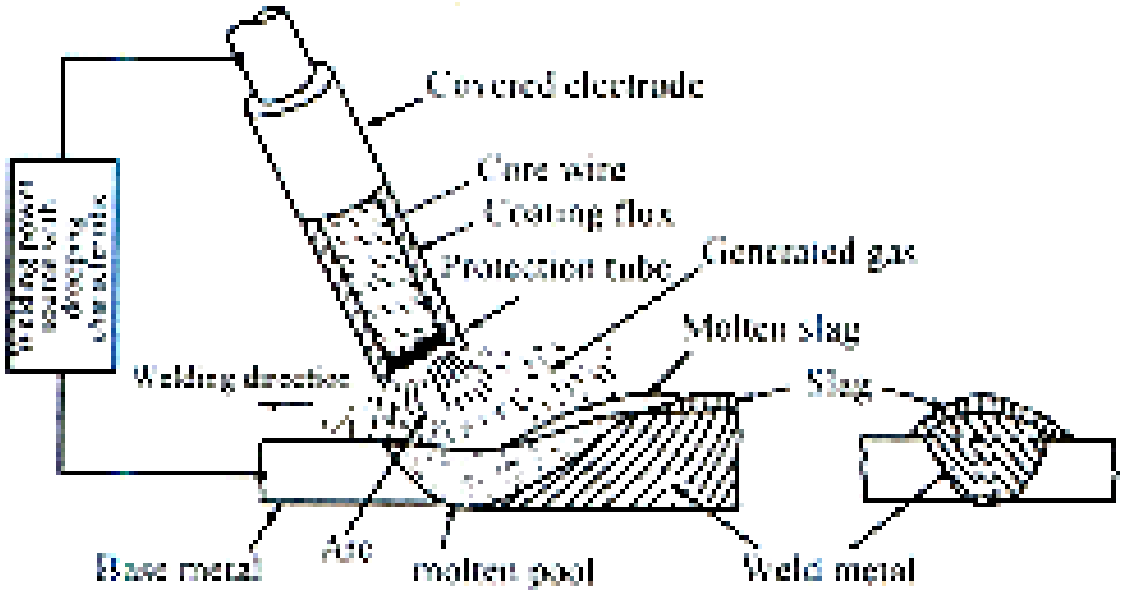
๕.๒ ศึกษาเรื่องหลักการเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือและอุปกรณ์การเชื่อม

การเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ (Manual Metal Arc Welder Level ๑**)**

การเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้ามีมานานแล้ว โดยใช้สำหรับเชื่อมซ่อมแซมชิ้นส่วนโลหะ ที่ชำรุดหรือประกอบชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน ซึ่งในระยะแรกนั้นคุณภาพแนวเชื่อมยังไม่ดีนัก ปัจจุบันเทคโนโลยีการเชื่อมได้ก้าวหน้าไปอีกมาก มีการปรับปรุงทั้งด้านกลวิธีการเชื่อม และคุณภาพของแนวเชื่อมนอกจากนั้นยังมีการคิดค้นกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าที่แปลกใหม่อีกมากมาย อาทิเช่น การเชื่อมแบบมิก(MIG) การเชื่อมแบบทิก(TIG) การเชื่อมแบบ ใต้ฟลักซ์(SAW) การเชื่อมแบบพลาสม่า(PAW) และอื่น ๆ

เครื่องเชื่อมมี ๑ ปลั๊กเต้าเสียบ (Main Connection) ๒. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า (Welding Machine) ๓.สายเชื่อมไฟฟ้าต่อกับลวดเชื่อม(Electrod) ๔.สายเชื่อมไฟฟ้าต่อกับชิ้นงาน(Electrod) ๕.หัวจับลวดเชื่อม (Electrod Holder) ๖.ลวดเชื่อม (Electrod) ๗.แคล้มจับชิ้นงาน (Work Piece Clamp) ๘.ชิ้นงาน (Work Piece) ๙. เปลวอาร์ค (Arc Flame) การเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ ด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ คือ กระบวนการต่อโลหะ ให้ติดกันโดยใช้ความร้อน ที่เกิดจากการอาร์กระหว่างลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Electrode) กับชิ้นงาน ซึ่งความร้อนที่เกิดขึ้นที่ปลายลวดเชื่อมมีอุณหภูมิประมาณ 5,000 – 6,000 องศาเซลเซียส เพื่อหลอมละลายโลหะให้ติดกัน โดยแกนของลวดเชื่อมทำหน้าที่เป็นตัวนำไฟฟ้า และเป็นโลหะเติมลงในแนวเชื่อมส่วนฟลักซ์ที่หุ้มลวดเชื่อม จะได้รับความร้อนและหลอมละลายปกคลุมแนวเชื่อมเอาไว้ เพื่อป้องกันอากาศภายนอกเข้าทำปฏิกิริยากับ แนวเชื่อม พร้อมทั้งช่วยลดอัตราการเย็นตัวของแนวเชื่อม เมื่อเย็นตัวฟลักซ์จะแข็ง และเปราะเหมือนแก้วเรียกว่า สแลค (slag)

กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้คือ การเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ ด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SHIELDED METAL ARC WELDING) หรือที่เรียกว่าการเชื่อมด้วยธูปเชื่อม ซึ่งเป็นกระบวนการเชื่อมที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากต้นทุนต่ำ งานที่เชื่อมด้วยกระบวนการนี้ได้แก่ท่อส่งแก๊ส ท่อส่งน้ำมัน งานโครงสร้าง งานช่างกลเกษตร และงานอื่น ๆ อีก ข้อดีของกระบวนการเชื่อมแบบนี้คือสามารถเชื่อมได้ทั้งโลหะที่เป็นเหล็กและไม่ใช่เหล็กที่มีความหนาตั้งแต่ 1.2 มม. ขึ้นไป และสามารถเชื่อมได้ทุกท่าเชื่อม



ข้อดีของการเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ

๑. สามารถป้องกันการรั่วไหลของแก๊ส,น้ำมัน ของเหลวและอากาศได้ดี

๒. งานมีคุณภาพสูงคงทนและสวยงาม

๓. โครงสร้างของงานที่ไม่ยุ่งยาก

๔. ลดเสียงดังขณะทำงาน

๕. ลดขั้นตอนการทำงาน

๖. ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานและเตรียมการค่อนข้างต่ำ

ข้อเสียของการเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ

๑. ชิ้นส่วนของงานเชื่อมมีความไวต่อการเกิดความเค้นเฉพาะที่

๒. การควบคุมคุณภาพจะต้องตรวจสอบทุกขั้นตอน

๓. ทำให้เกิดความเค้นตกค้างอยู่ในวัสดุงานเชื่อม

๔. ทำให้คุณสมบัติของโลหะงานเชื่อมเปลี่ยนแปลง

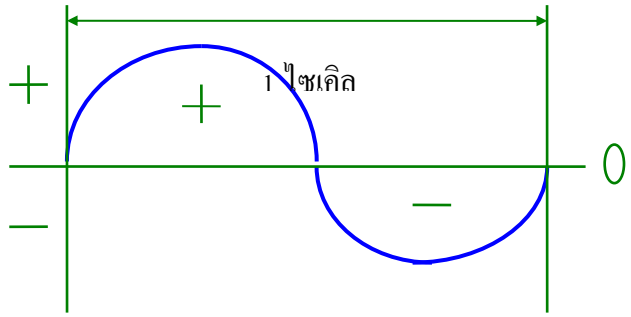
๕. งานบิดตัวและหดตัว

<u>กระแสเชื่อม</u> (welding current)

กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมไฟฟ้ามี ๒ ชนิดคือ กระแสไฟฟ้าสลับ (Alternating current : AC) และ กระแสไฟฟ้าตรง (Direct current : DC)

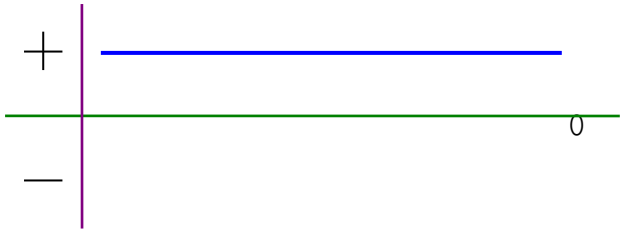
กระแสไฟสลับ (AC)

การเชื่อมไฟฟ้านั้นเครื่องเชื่อมจะเป็นตัวจ่ายกระแสไฟสลับซึ่งเป็นกระแสไฟที่มีทิศทางการเคลื่อนที่สลับกันเป็นคลื่น (wave) โดยใน 1 ไซเกิล จะมีกระแสผ่าน 0 จำนวน 2 ครั้ง ผ่านคลื่นบวก 1 ครั้ง และผ่านคลื่นลบ 1 ครั้ง ในช่วงของคลื่นบวกอีเลคตรอนจะไหลไปในทิศทางหนึ่ง และในช่วงคลื่นลบอีเลคตรอนจะไหลในทิศทางที่ตรงข้ามกันที่ไหลในช่วงคลื่นบวก กระแสไฟปกติจะมีความถี่ 50 ไซเกิลซึ่งหมายความว่าใน 1 วินาทีจะเกิดไซเกิลดังกล่าว 50 ครั้ง แต่กระแสสลับที่ใช้ในการเชื่อม TIG นั้น จะต้องมีความถี่สูงกว่านี้ จากภาพ ใน 1 ไซเกิล ประกอบด้วยไฟตรงต่อขั้นตรงกันไฟตรงต่อกลับขั้นรวมกันไว้ และจะเห็นว่าช่วงที่กระแสผ่าน 0 เปลวอาร์กจะดับลง



กระแสไฟตรง (DC)

กระแสไฟเชื่อมชนิดกระแสตรง เป็นกระแสที่มีอีเลคตรอนเคลื่อนที่ในทิศทางตามยาวของตัวนำไปทิศทางเดียวกันเท่านั้น ซึ่งการเคลื่อนที่ของอีเลคตรอนนั้นเปรียบเสมือนน้ำประปาที่ไหลในท่อกระแสไฟฟ้าสลับมีการเปลี่ยนขั้ว 100 ครั้งต่อวินาที (50 ไซเกิล) แต่กระแสไฟฟ้าตรงจะไหลจากขั้วหนึ่ง ไปตลอด โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงขั้ว ดังภาพ และสามารถเปลี่ยนกระแสไฟสลับเป็นกระแสตรงได้ โดยใช้เครื่องเรียงกระแส

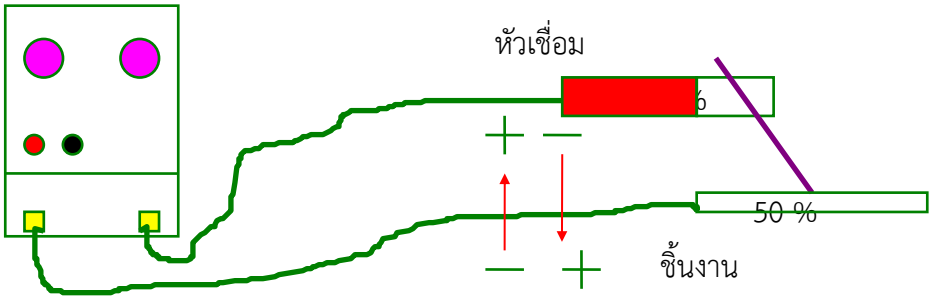


<u>วงจรพื้นฐานของการเชื่อมไฟฟ้า</u> (Basic Arc welding circuit)

วงจรพื้นฐานของการเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก ได้แก่ เครื่องเชื่อม ซึ่งเป็น ต้นกำเนิดการผลิตกระแสเชื่อมในวงจร โดยเครื่องเชื่อมจะจ่ายกระแสไปตามสายเชื่อมจนถึงชิ้นงานและลวดเชื่อม เพื่อให้การอาร์กขึ้นระหว่างปลายลวดเชื่อมกับชิ้นงาน

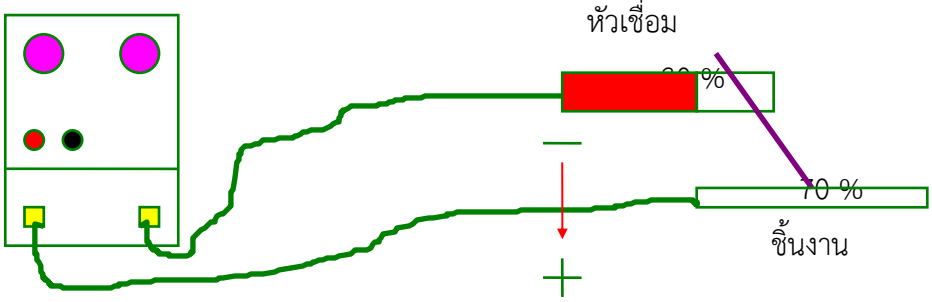
เครื่องเชื่อมซึ่งเป็นต้นกำลังของการเชื่อมไฟฟ้านั้น มีทั้งแบบไฟสลับและไฟตรง เครื่องเชื่อมแบบไฟสลับต่อใช้งานง่าย เนื่องจากไม่ต้องคำนึงถึงขั้วของกระแสไฟ แต่เครื่องเชื่อมกระแสตรงจะต้องต่อขั้วไฟให้ถูกต้องกับชนิดของลวดเชื่อม และชิ้นงานเชื่อมซึ่งแบ่งออกได้ 2 ระบบ และ ระบบไฟสลับ 1 ระบบ ดังนี้

ไฟกระแสสลับ



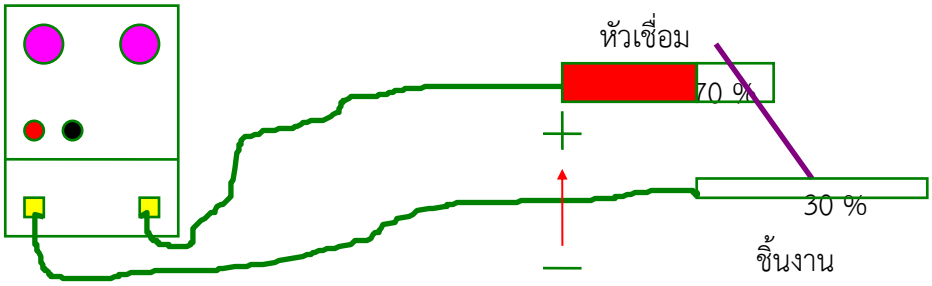
เป็นวงจรเชื่อมที่มีลวดเชื่อมเป็นทั้งขั้วบวกและลบ (+)(-) และชิ้นงานเป็นทั้งขั้วลบและบวก (-)(+) อีเลคตรอนจะวิ่งจากชิ้นงานเข้าหาลวดเชื่อม และจากลวดเชื่อมเข้าหาชิ้นงาน จึงทำให้ลวดเชื่อมและชิ้นงานได้รับความร้อนเท่า ๆ กัน

ไฟกระแสตรง ต่อขั้วลบ หรือเรียกว่า DCEN (Direct Current Electrode Negative : DC -)



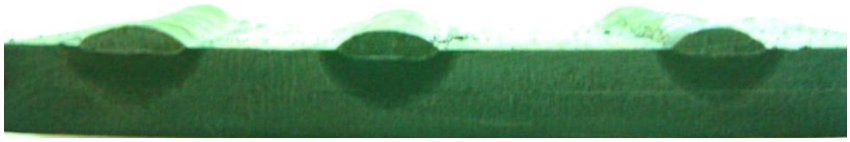
เป็นวงจรเชื่อมที่มีลวดเชื่อมเป็นขั้วลบ (-) และชิ้นงานเชื่อมเป็นขั้วบวก (+) อีเลคตรอนจะวิ่งจาก ลวดเชื่อมเข้าหาชิ้นงาน จึงทำให้ชิ้นงานมีความร้อนเกิดขึ้นประมาณ 2 ใน 3 ของความร้อนที่เกิดจากการอาร์กทั้งหมด และยังให้การซึมลึกดีอีกด้วย จึงเหมาะสำหรับการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมเปลือย

กระแสไฟตรงขั้วบวกหรือเรียกย่อว่า DCEP (Direct Current Electrode Positive : DC +)



เป็นวงจรเชื่อมที่มีลวดเชื่อมเป็นขั้วบวก (+) และชิ้นงานเป็นขั้วลบ (-) อีเลคตรอนจะวิ่งจากชิ้นงานเข้าหาลวดเชื่อม จึงทำให้ลวดเชื่อมได้รับความร้อนประมาณ 2 ใน 3 ของความร้อนที่เกิดจากการอาร์กทั้งหมด ดังนั้นเมื่อเชื่อมด้วยไฟตรงต่อกลับขั้ว จะได้การซึมลึกน้อย เหมาะกับการเชื่อมงานบาง

เทคนิคในการจำสำหรับกระแสตรง(DC)ก็คือ ถ้าเป็นกระแสไฟขั้วไหน หัวเชื่อมหรือลวดเชื่อมอยู่ขั้วนั้นด้วย เช่น **กระแสตรงขั้วลบ(DC-) หัวเชื่อมหรือลวดเชื่อมเป็นขั้วลบ** ชิ้นงานเป็นขั้วบวก **ถ้าเป็นกระแสตรงขั้วบวก(DC+) หัวเชื่อมหรือลวดเชื่อมเป็นขั้วบวก** ชิ้นงานเป็นขั้วลบ



AC DC- DC+

<u>ชนิดของแรงเคลื่อน</u> (Type of Voltage)

แรงเคลื่อนวงจรเปิด (Open Circuit Voltage)

ในขณะเปิดเครื่องแต่ยังไม่ได้ลงมือเชื่อม จะสามารถอ่านค่าแรงเคลื่อนที่หน้าปัดของโวลท์มิเตอร์ ซึ่งแรงเคลื่อนอันนี้คือแรงเคลื่อนวงจรเปิดซึ่งเป็นแรงเคลื่อนที่เกิดขึ้นระหว่างขั้วของเครื่องเชื่อมมาตรฐานควรมีแรงเคลื่อนวงจรเปิดประมาณ 70-80 โวลท์ ถ้ามากกว่านี้อาจเกิดอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงานและถ้าต่ำเกินไปจะทำให้เริ่มต้นอาร์กยาก

แรงเคลื่อนอาร์ก (Arc Voltage)

แรงเคลื่อนวงจรเปิดจะเปลี่ยนเป็นแรงเคลื่อนอาร์กเมื่อการอาร์กเริ่มขึ้น แรงเคลื่อนอาร์กขึ้นอยู่กับชนิดของลวดเชื่อมและระยะอาร์ก เช่น กระแสเชื่อมจะลดลงและแรงเคลื่อนอาร์กจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะอาร์กเพิ่มขึ้น แต่ถ้าระยะอาร์กสั้นกระแสเชื่อมจะเพิ่มขึ้น และแรงเคลื่อนอาร์กจะลดลง

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าแรงเคลื่อนวงจรเปิดจะวัดได้เมื่อเครื่องเชื่อมเปิดแต่ไม่มีการอาร์กซึ่งได้ค่าแรงเคลื่อนที่คงที่ ส่วนค่าแรงเคลื่อนอาร์กจะวัดได้ในขณะอาร์ก ซึ่งค่าที่ได้จะเปลี่ยนแปลงไปตามระยะอาร์ก

ลักษณะของเครื่องเชื่อม

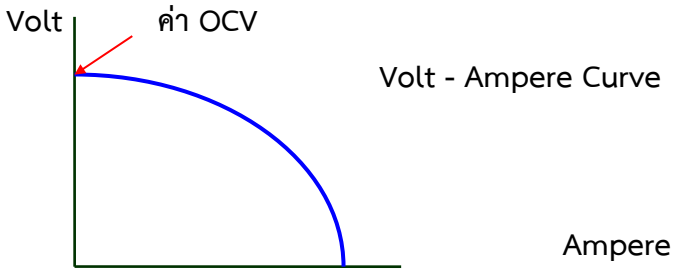
เครื่องเชื่อมไฟฟ้าทำหน้าที่ผลิตกระแสไฟเชื่อม จึงนับว่าเป็นหัวข้อสำคัญของการเชื่อมไฟฟ้าทีเดียว เครื่องเชื่อมไฟฟ้ามีหลายชนิดโดยแบ่งตามลักษณะต่าง ๆ กัน ดังนี้

เครื่องเชื่อมที่แบ่งตามลักษณะพื้นฐาน

ถ้าพิจารณาตามลักษณะพื้นฐานจะสามารถแบ่งเครื่องเชื่อมออกเป็น 2 ชนิดคือ เครื่องเชื่อมชนิดกระแสคงที่ (constant current) และเครื่องเชื่อมชนิดแรงเคลื่อนคงที่ (constant voltage)ความแตกต่างของ เครื่องเชื่อมทั้ง 2 ชนิดนี้ พิจารณาได้จากการเปรียบเทียบคุณลักษณะของ volt-ampere curves ซึ่ง curves นั้นได้จากการกำหนดจุดระหว่างกระแสเชื่อมกับแรงเคลื่อนในขณะเชื่อม โดยกำหนดให้แกนนอนเป็นกระแสเชื่อม และแกนตั้งเป็นแรงเคลื่อน

เครื่องเชื่อมชนิดกระแสคงที่ (Constant Current : CC)

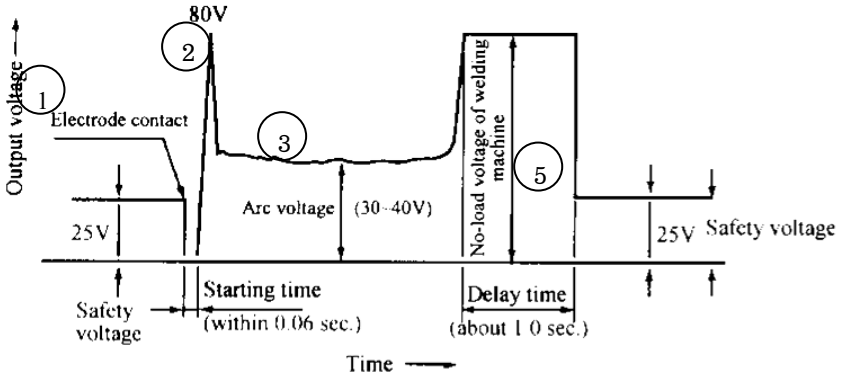
เป็นระบบที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมกับเครื่องเชื่อมธรรมดา (ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์), เครื่องเชื่อม TIG , เครื่องเซาะร่อง (gouging) และเครื่องเชื่อม stud แต่เครื่องเชื่อมอัตโนมัติจะต้องใช้กับการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมขนาดใหญ่ และใช้ระบบป้อนลวดแบบไวต่อแรงเคลื่อน (voltage sensing) เครื่องเชื่อมชนิดกระแสคงที่ (CC) มีลักษณะ volt-ampere curve จาก curve ดังกล่าวจะเห็นว่าแรงเคลื่อนสูงสุดเมื่อไม่มีกระแส (กระแส 0) และแรงเคลื่อนต่ำเมื่อกระแสเชื่อมเพิ่มขึ้นสูง ในสภาวะการเชื่อมปกติจะมีแรงเคลื่อนอาร์ก (Arc voltage) ระหว่าง 20-40 โวลท์



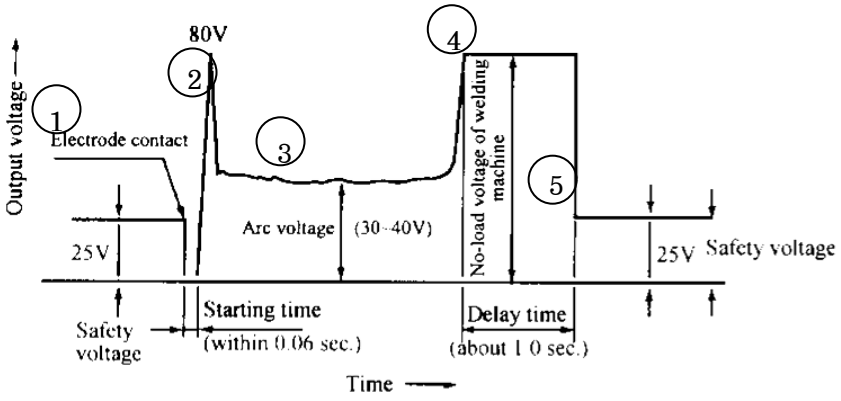
ขณะที่แรงเคลื่อนวงจรเปิด (Open circuit voltage) อยู่ระหว่าง 60-80 โวลท์ เครื่องเชื่อมระบบกระแสคงที่มีทั้งชนิดไฟตรงและไฟสลับ หรือมีทั้งไฟตรงและไฟสลับรวมกัน ซึ่งอาจจะเป็นแบบหมุนหรือแบบ ไม่หมุนได้

ดังนั้นเครื่องเชื่อมชนิดกระแสคงที่นี้ สามารถเปลี่ยนแปลงกระแสไฟเชื่อมได้ โดยการเปลี่ยนแปลงระยะอาร์กโดยไม่ต้องตั้งกระแสเชื่อมที่เครื่องเชื่อมใหม่

ในประเทศญี่ปุ่นเครื่องเชื่อมชนิดนี้จะมีอุปกรณ์ป้องกันไม่ให้แรงดันที่อยู่ในเครื่องเชื่อมสูงเกิน 25 โวลท์ จากภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเส้น แรงดันโวลท์ กับเวลา



หมายเลข 1 หมายถึง เมื่อเปิดเครื่องจะมีแรงเคลื่อนวงจรเปิด(OCV) 25 โวลท์ (ปกติจะอยู่ระหว่าง 60-80 โวลท์)



หมายเลข 2 หมายถึง เมื่อเริ่มต้นอาร์ก แรงดันจะเพิ่มไปที่ 80 โวลท์เพื่อช่วยในการอาร์กให้ง่ายขึ้น โดยจะใช้เวลาในการเปลี่ยนแรงดันจาก 25 โวลท์เป็น 80 โวลท์ที่ 0.06 วินาที

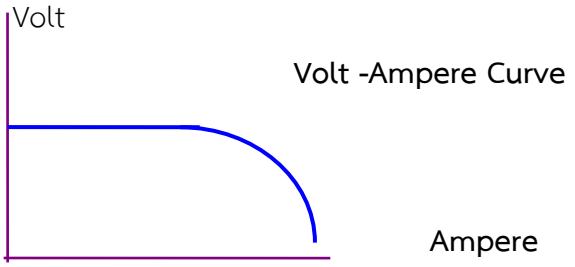
หมายเลข 3 หมายถึง หลังจากที่เริ่มจุดอาร์กแล้วแรงดันจะลดลงเหลือที่ประมาณ 30-40 โวลท์ แต่กระแสไฟเชื่อม(แอมป์)จะเพิ่มตามที่ตั้งค่าไว้

หมายเลข 4 หมายถึง หลังจากที่หยุดเชื่อม แรงดันจะกลับไปที่ 80 โวลท์ โดยที่กระแสไฟเชื่อม(แอมป์)จะเท่ากับ 0 และใช้เวลาอีกประมาณ 1 วินาทีที่เครื่องจะควบคุมแรงดันให้เหลือ 25 โวลท์ตามหมายเลข 5

และเมื่อทำการเริ่มต้นเชื่อมใหม่เครื่องเชื่อมก็จะทำงานตามหมายเลข 1 ถึง 5 ต่อไป

เครื่องเชื่อมชนิดแรงเคลื่อนคงที่ (Constant Voltage : CV)

เป็นเครื่องเชื่อมที่ให้ volt-ampere curve เรียบ เครื่องเชื่อมชนิดนี้จะให้แรงเคลื่อนคงที่ จะไม่เปลี่ยนแปลงตามขนาดของกระแสเชื่อม สามารถใช้กับการเชื่อมแบบกึ่งอัตโนมัติ หรืออัตโนมัติที่ใช้ระบบ การป้อนลวดแบบอัตโนมัติ และผลิตเฉพาะกระแสไฟตรงเท่านั้น ซึ่งอาจจะเป็นแบบขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์ หรือแบบหม้อแปลง/เครื่องเรียงกระแส



การเลือกเครื่องเชื่อม

เครื่องเชื่อมในปัจจุบันนี้มีอยู่หลายแบบและหลายขนาดด้วยกัน การเลือกใช้เครื่องเชื่อมนั้นจะต้องคำนึงถึงสภาพของงานเชื่อมและผู้ปฏิบัติงาน ตลอดจนสภาวะเศรษฐกิจขณะนั้น ซึ่งวิธีเลือกเครื่องเชื่อมที่พอจะยึดเป็นกฎเกณฑ์พิจารณาอย่างกว้าง ๆ มีดังนี้ งานสนามหรืองานในไร่ควรใช้เครื่องที่ขับด้วยเครื่องยนต์ แต่งานที่ทำตามอู่ โรงฝึกงานหรืองานทำประตู หน้าต่าง ควรใช้เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงไฟ เพราะมีราคาถูกซึ่งจะประหยัดกว่า แต่สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม หรืออู่ที่ต้องการเชื่อมงานจำนวนมาก โดยเฉพาะเมื่อเชื่อมทั้งงานอลูมิเนียม ทองแดง เหล็ก สเตนเลส และการเชื่อมพอกผิวแข็ง ซึ่งงานเหล่านี้ต้องเชื่อมด้วยไฟตรงจึงต้องเลือกเครื่องเชื่อมไฟตรง ซึ่งอาจเป็นชนิดขับด้วยมอเตอร์ หรือชนิดเครื่องเรียงกระแสขึ้นอยู่กับสภาพโรงงาน เช่น ชนิดขับด้วยมอเตอร์นั้นจะต้องมีเสียงดังกว่าเครื่องเชื่อมชนิดเครื่องเรียงกระแส แต่ถ้ามีงานที่ใช้ทั้งไฟสลับและไฟตรง ควรเลือกเครื่องเชื่อมชนิดแบบผสมหม้อแปลงเครื่องเรียงกระแส ซึ่งมีราคาแพงกว่าเครื่องเชื่อมชนิดอื่น

ดิวตี้ไซเคิล (Duty Cycle)

Duty Cycle เป็นตัวที่บอกถึงความสามารถของเครื่องเชื่อม ที่กำหนดด้วยเวลาเชื่อมกับเวลาทั้งหมด โดยกำหนดเวลาทั้งหมดไว้เป็นมาตรฐาน 10 นาที

ตัวอย่าง เครื่องเชื่อมขนาด 200 แอมป์ ที่ 60% DUTY CYCLE

หมายถึง เครื่องเชื่อมนี้สามารถเชื่อมแบบต่อเนื่องได้ 6 นาที และหยุดพัก 4 นาที โดยใช้กระแสเชื่อมสูงสุดที่กำหนดไว้ 200 แอมป์

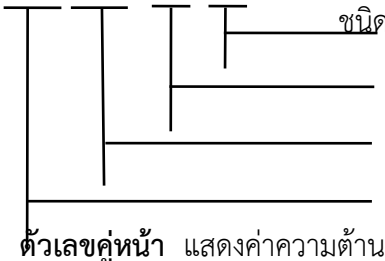
เครื่องเชื่อมที่ใช้กับลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์โดยทั่วไปแล้วจะใช้ Duty Cycle ประมาณ 60% แต่สำหรับเครื่องเชื่อมแบบอัตโนมัติ จะใช้ Duty Cycle 100%

การกำหนดค่าความสามารถของเครื่องเชื่อมนี้ เป็นการป้องกันมิให้ช่างเชื่อม ใช้เครื่องเชื่อมหนักเกินไปซึ่งอาจจะทำให้เครื่องเชื่อมเสียหายได้ง่าย

สัญลักษณ์ลวดเชื่อม

มาตรฐานอเมริกา AWS (American Welding Society) (A5.1-91)

E XX X X



ตัวเลขคู่หน้า แสดงค่าความต้านทานแรงดึงต่ำสุดโดยคูณด้วย 1,000 หน่วยเป็น PSI เช่น

E 60XX คือ 60 x 1,000 = 60,000 PSI

ตัวเลขตัวที่ 3 แสดงตำแหน่งท่าเชื่อม

EXX1X คือ ท่าราบ ท่าตั้ง ท่าระดับ ท่าเหนือศีรษะ

EXX2X คือ ท่าราบ และ ท่าระดับ

EXX3X คือ ท่าราบเท่านั้น

ตัวเลขตัวที่ 4 แสดงสมบัติต่าง ๆ ของลวดเชื่อมดังตารางต่อไปนี้

ตารางแสดงความหมายต่างๆ ของตัวเลขตำแหน่งที่ 4 หรือ 5

รหัส	ชนิดกระแสไฟ	การอาร์ก	การละลายลึก	สารพอกหุ้ม	ผงเหล็ก
EXX10	DCEP	รุนแรง	มาก	เซลลูโลส - โซเดียม	0-10 %
EXXX1	AC & DCEP	รุนแรง	มาก	เซลลูโลส - โพแทสเซียม	0 %
EXXX2	AC & DCEN	ปานกลาง	ปานกลาง	รูไทล์ - โซเดียม	0-10 %
EXXX3	AC& DCEP & DCEN	นิ่ม	น้อย	รูไทล์ – โพแทสเซียม	0–10 %
EXXX4	AC& DCEP & DCEN	นิ่ม	น้อย	รูไทล์ – ผงเหล็ก	25–40 %
EXXX5	DCEP	ปานกลาง	ปานกลาง	ไฮโดรเจนต่ำ-โซเดียม	0 %
EXXX6	AC or DCEP	ปานกลาง	ปานกลาง	ไฮโดรเจนต่ำ-โพแทสเซียม	0 %
EXXX8	AC or DCEP	ปานกลาง	ปานกลาง	ไฮโดรเจนต่ำ-ผงเหล็ก	25-40 %
EXX20	AC& DCEP & DCEN	ปานกลาง	ปานกลาง	เหล็กออกไซด์-โซเดียม	0 %
EXX24	AC& DCEP & DCEN	นิ่ม	น้อย	รูไทล์-ผงเหล็ก	50 %
EXX27	AC& DCEP & DCEN	ปานกลาง	ปานกลาง	เหล็กออกไซด์-ผงเหล็ก	50 %
EXX28	AC & DCEP	ปานกลาง	ปานกลาง	ไฮโดรเจนต่ำ-ผงเหล็ก	50 %

ตัวอย่าง E 6013

E - เป็นลวดเชื่อมไฟฟ้า

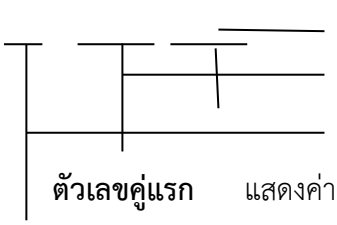
60 - ค่าต้านแรงดึงต่ำสุด 60 x 1,000 = 60,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว (60,000 psi)

1 - เชื่อมได้ทุกท่าเชื่อม

3 - ฟลักซ์เป็นแบบ รูไทล์ ใช้ได้ทุกกระแส เชื่อมเหล็กเหนียวทั่วไปได้ดีลักษณะการอาร์กนิ่มนวล คุณสมบัติการซึมลึกปานกลาง

มาตรฐาน ญี่ปุ่น JIS (Japannese Industrial Standard) (Z 3211-1991)

D XX XX



ตัวเลขคู่แรก แสดงค่าความต้านทานแรงดึงต่ำสุด กลุ่มเหล็กกล้าคาร์บอนมีตัวเดียว 43 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 420 N/mm^2

ตัวเลขคู่หลัง แสดงชนิดของฟลักซ์ ดังแสดงในตาราง

ตารางแสดงความหมายตัวเลขของรหัสลวดเชื่อม ตาม JIS (Z 3211-1991)

รหัส	ทนต่อแรงดึงต่ำสุด N/mm^2	ชนิดฟลักซ์	ตำแหน่งท่าเชื่อม	ชนิดกระแสไฟ
D 4301	420	อิลเมไนต์	F, V , O, H	AC & DCEP & DCEN
D 4303	420	ไลม์ – ไทเทเนีย	F, V , O, H	AC & DCEP & DCEN
D 4311	420	เซลลูโลสสูง	F, V , O, H	AC & DCEP & DCEN
D 4313	420	ไทเทเนียมออกไซด์	F, V , O, H	AC & DCEN
D 4316	420	ไฮโดรเจนต่ำ	F, V , O, H	AC & DCEP
D 4324	420	ไทเทเนียมออกไซด์ผงเหล็ก	F, H	AC & DCEP & DCEN
D 4326	420	ไฮโดรเจนต่ำ ผงเหล็ก	F, H	AC & DCEP
D 4327	420	เหล็กออกไซด์ ผงเหล็ก	F H	AC & DCEP & DCEN AC & DCEN
D 4340	420	ชนิดพิเศษ	F, V , O, H	AC & DCEP & DCEN

<u>หมายเหตุ</u> F = ท่าราบ V = ท่าตั้ง O = ท่าเหนือศีรษะ H = ท่าระดับ

ตัวอย่าง D 4303

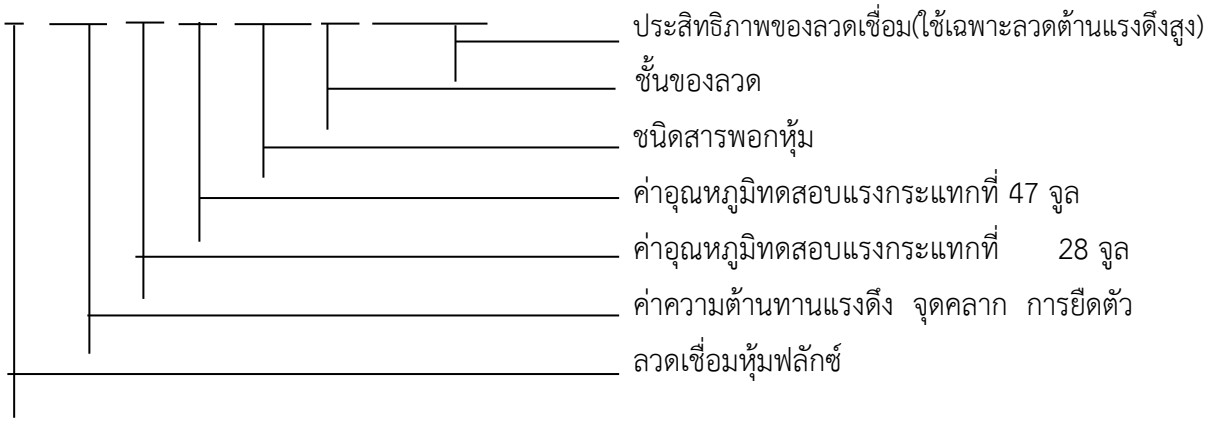
D - ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

43 - ค่าความต้านทานแรงดึงต่ำสุด 420 N/mm^2

03 - ฟลักซ์ ไลม์ – ไทเทเนีย เชื่อมได้ทุกท่าเชื่อม ใช้กระแสไฟได้ทั้ง AC และ DC+/DC-

มาตรฐานเยอรมัน DIN (Deutch Industrie Norn) (DIN 1913 Part 1/DIN EN 287)

E XX X X AR X XXX



ตัวเลขคู่แรก แสดงค่าความต้านทานแรงดึง จุดคลากและการยืดตัว ตารางแสดงความหมายคู่แรก

รหัส	ค่าความต้านทานแรงดึง N/mm^2	ค่าจุดคลาก N/mm^2	% การยืดตัวต่ำสุด $L_0 = 5d_0$
43	ณ อุณหภูมิห้อง 20 องศาเซลเซียส		
	430 – 550	$\geq$ 355	22
51	510 – 650	$\geq$ 380	

ตัวเลขตัวที่ 3 และ 4 แสดงค่าอุณหภูมิที่ใช้ทดสอบแรงกระแทก ตารางแสดงความหมายของตัวที่ 3 และ 4

รหัสตัวที่ 3	ใช้แรงกระแทกต่ำสุด 28 จูล [(1)] ณ ที่อุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส	รหัสตัวที่ 4	ใช้แรงกระแทกต่ำสุด 47 จูล [(1)] ณ ที่อุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส
0	ไม่ระบุ	0	ไม่ระบุ
1	+20	1	+20
2	0	2	0
3	-20	3	-20
4	-30	4	-30
5	-40	5	-40

[(1)] ค่าแรงกระแทกต่ำสุดนี้ได้จากค่าเฉลี่ยที่ใช้กับชิ้นงานทดสอบ 3 ชิ้น โดยรหัสตัวที่ 3 ใช้ค่าแรงกระแทกในแต่ละชิ้นต่ำสุด 20 จูล และรหัสตัวที่ 4 ใช้ค่าแรงในแต่ละชิ้นต่ำสุด 32 จูล

ตารางแสดงความหมายชนิดของฟลักซ์

รหัส	ชนิดของฟลักซ์
A	กรด
R	รูไทล์ (ฟลักซ์บางหรือ หนาปานกลาง)
RR	รูไทล์ (ฟลักซ์หนา)
AR	กรด – รูไทล์
C	เซลลูโลส
R (C)	รูไทล์ – เซลลูโลส (ฟลักซ์หนาปานกลาง)
RR (C)	รูไทล์ – เซลลูโลส (ฟลักซ์หนา)
B	ด่าง
B (R)	ด่างที่ใช้ส่วนประกอบไม่ใช้ด่าง
RR (B)	ด่าง – รูไทล์ (ฟลักซ์หนา)
- ฟลักซ์บางมีความหนา 120 % - ฟลักซ์หนาปานกลางมีความหนา 120-150 % - ฟลักซ์หนามีความหนา 150 % (คิดจากความโตลวด)	

ตัวเลขตัวที่ 5 หรือตัวที่ 5 และ 6แสดงชั้นของลวดเชื่อมซึ่งจะบอกถึงตำแหน่งท่าเชื่อมชนิดกระแสไฟและชนิดของฟลักซ์

ชั้นลวดเชื่อม	ตำแหน่งท่าเชื่อม	ชนิดกระแสไฟ	ชนิดและความหนาของฟลักซ์
2	1 1	5 5	A2 กรด (บาง) R2 รูไทล์ (บาง)
3	2(1) 1	2 2	R3 รูไทล์ (ปานกลาง) R(C) รูไทล์-เซลลูโลส(ปานกลาง)
4	1	0^{+}(6)	C4 เซลลูโลส(ปานกลาง)
5	2 1	2 5	RR รูไทล์ (หนา) RR(C)5 รูไทล์ – เซลลูโลส(หนา)
6	2 1	2 2	RR6 รูไทล์ (หนามาก) RR(C)6 รูไทล์ – เซลลูโลส(หนามาก)
7	2 2 2	5 5 5	A7 กรด (หนา) AR7 กรด-รูไทล์(หนา) RR(B) รูไทล์ – ด่าง (บาง)
8	2 2	2 5	RR8 รูไทล์ (หนา) RR(B)8 ด่าง-รูไทล์ (หนา)
9	1 1	0^{+}(6) 6	B9 ด่าง(หนา) B(R)9 ด่าง(ส่วนประกอบไม่เป็นด่าง)
10	2 2	0^{+}(6) 6	B10 ด่าง(หนา) B(R)10 ด่าง(ส่วนประกอบไม่เป็นด่าง)
11	4 4	5 5	RR11 รูไทล์(หนา)ประสิทธิภาพ $\geq$ 105% AE11 กรด-รูไทล์(หนา)ประสิทธิภาพ$\geq$ 105%
ชั้นลวดเชื่อม(ต่อ)	ตำแหน่งท่าเชื่อม (ต่อ)	ชนิดกระแสไฟ(ต่อ)	ชนิดและความหนาของฟลักซ์ (ต่อ)
12	4 4	0^{+}(6) 0^{-}(6)	B12 ด่าง(หนา)ประสิทธิภาพ $\geq$ 120% B(R)12 ด่าง(ส่วนประกอบไม่เป็นด่าง) ประสิทธิภาพ $\geq$ 120%

ตารางแสดงตัวเลขบอกตำแหน่งท่าเชื่อม

รหัส	ตำแหน่งท่าเชื่อม	สัญลักษณ์ท่าเชื่อมตาม DIN EN 287
1	เชื่อมทุกตำแหน่งท่าเชื่อม	PA, PB, PC, PD, PE, PF, PG
2	เชื่อมทุกตำแหน่งท่าเชื่อม ยกเว้นท่าตั้งเชื่อมลง	PA, PB, PC, PD, PE, PF
3	ต่อชนท่าราบ ต่อฉากท่าราบ ต่อฉากท่าระดับ	PA, PB
4	ต่อชนท่าราบ ต่อฉากท่าราบ	PA,PB

PA = ท่าราบ PB = ต่อฉากท่าระดับ PC = ต่อชนท่าระดับ PD = ต่อฉากท่าเหนือศีรษะ PE = ต่อชนท่าเหนือศีรษะ

PF = ต่อชนท่าตั้งเชื่อมขึ้น PG = ท่าตั้งเชื่อมลง

ตารางแสดงความหมายของตัวเลขบอกชนิดกระแสไฟ

ใช้กระแสไฟ AC หรือ DC			กระแสไฟ DC เท่านั้น	
ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดต่ำสุดสำหรับกระแสไฟAC				
50[1)] โวลท์	70 โวลท์	80 โวลท์		
รหัส				ขั้วไฟของลวดเชื่อม
1	4	7	0	ขั้วใดก็ได้
2	5	8	0^-	ขั้วลบ
3	6	9	0^+	ขั้วบวก

[1)]ข้อมูลนี้ใช้กับค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด 42 โวลท์ด้วย

การปรับตั้งกระแสไฟเชื่อม

โดยปกติ การปรับกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม จะ**ดูได้จากข้างกล่องลวดเชื่อม** ของผู้ผลิตลวดเชื่อมแต่ละยี่ห้อ โดยข้างกล่องจะระบุ ชนิดกระแสที่ใช้ AC หรือ DC ขนาดแรงดันในแต่ละท่า ซึ่งจะระบุบน ข้างกล่อง ช่างเชื่อมสามารถพิจารณาเลือกขนาดแรงดันได้ หรือ สามารถพิจารณาได้จาก

40 คูณ เส้นผ่าศูนย์กลางลวดเชื่อม (40 x ∅ ลวดเชื่อม) ได้เท่าไร บวก ลบ ค่าที่ได้อีกประมาณ 15 แอมป์ **ตัวอย่าง** ช่างเชื่อมใช้ลวดเชื่อมขนาด ∅ 3.2 มม. ในการคำนวณ

40 x 3.2 = 128 บวกเพิ่ม 15 = 143 ลบ 15 = 113

ฉะนั้น แรงดันกระแสไฟเชื่อมสามารถใช้ได้ประมาณตั้งแต่ 113 – 143 แอมป์

ตารางการปรับค่ากระแสไฟในการเชื่อม

เส้น ศ.ก **d mm**	2.0	2.5	3.25	4.0	5.0	6.0
ยาวลวด l mm	250/300	350	350-450	350/450	450	450
กระแสที่ใช้ Amp	40-80	50-100	90-150	120-200	180-270	220-360
สูตรคิดคำนวณ						
กระแสต่ำสุด	20 x d		30 x d			35 x d
กระแสสูงสุด	40 x d		50 x d			60 x d

ระยะอาร์ก

คือระยะห่าง ระหว่างลวดเชื่อม กับชิ้นงาน ทำให้เกิดการอาร์กซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของฟลักซ์เป็นองค์ประกอบ เช่นฟลักซ์เป็นแบบ รูไทล์(R) แบบกรด(A) แบบเซลลูโลส (C)และ แบบด่าง (B)

ในกรณี**ที่ฟลักซ์เป็นแบบ R, A, C** ระยะอาร์ก = **1.0 x d** (d=∅ ของลวดเชื่อม)

ในกรณี**ที่ฟลักซ์เป็นแบบ B** ระยะอาร์ก = **0.5 x d** (d = ∅ ของลวดเชื่อม)

ฉะนั้นช่างเชื่อมต้องพิจารณาถึง ชนิดของฟลักซ์ ซึ่งระยะอาร์กแตกต่างกัน เช่น ฟลักซ์แบบด่าง (E7016) หรือภาษาช่างเชื่อมว่า **ลวดแข็ง** จำเป็นต้องใช้การจุดอาร์กที่ชิดในการเริ่มต้นอาร์ก หรือในบางครั้งเมื่อช่างเชื่อม เชื่อมไปได้ครึ่งลวดเชื่อม แล้วหยุด เมื่อจะจุดอาร์ก อีกครั้ง การจุดอาร์กยาก เคาะอย่างไรก็ไม่เริ่มจุดอาร์ก ซึ่งช่างเชื่อมบางคนเรียกว่า **ลวดเชื่อมตาแตก** เพราะตอนจุดอาร์ก โดยมีหน้ากากปิงอยู่ไม่เกิดการอาร์ก แต่พอ ลดหน้ากากกรองแสงลง เพื่อดูว่าเกิดอะไรขึ้น พร้อมทำการ เคาะจุดอาร์กอีกครั้ง การอาร์กเกิดขึ้นทำให้ตามองไม่เห็น หรือ ที่เรียกว่า ตาบอดชั่วคราว

การแก้ไขถ้าใช้ลวดเชื่อมแบบด่าง(เบสิค) เมื่อเชื่อมได้ครึ่งลวดเชื่อม ช่างเชื่อมควรใช้มือที่ใส่ถุงมือบิดหรือ เคาะฟลักซ์ออกให้เห็นแกนลวดเชื่อมก่อน ก่อนทำการจุดอาร์กต่อไป

หน้าที่ของฟลัก

เพื่อช่วยให้การส่งน้ำโลหะผ่านช่องว่าง เพื่อก่อตัวเป็นแนวเชื่อม

- ช่วยในการจุดอาร์ก (arc ignition)
- ทำให้อาร์กเสถียร

เพื่อให้เกิดสแลก (slag)

- มีอิทธิพลต่อขนาดของหยดน้ำโลหะ
- ป้องกันการเกิดออกซิเดชั่น และไนไตรด์ที่จะเกิดกับเนื้อโลหะเชื่อม จากบรรยากาศรอบๆ
- ทำให้ได้รูปร่างของแนวเชื่อมตามต้องการ
- ป้องกันไม่ให้แนวเชื่อมเย็นตัวเร็วเกินไป

เพื่อสร้างแกสคลุม (คาร์บอนไดออกไซด์ CO_2 คาร์บอนมอนนอกไซด์ CO) ซึ่งได้จาก
สารอินทรีย์และคาร์บอเนต

เพื่อการกำจัดออกซิเจน (Deoxygenizing) และการเติมโลหะผสม (alloying) ให้กับเนื้อ
โลหะเชื่อมลวดเชื่อมชนิดให้การคืนตัวเป็นโลหะเชื่อมสูง(High Metal Recovery Electrodes)

- ลวดเชื่อมประสิทธิภาพสูง (High Efficiency Electrodes)

การคืนตัวเป็นเนื้อโลหะเชื่อม หมายถึง น้ำหนักของเนื้อโลหะที่ก่อตัวเป็นแนวเชื่อม เทียบกับน้ำหนักของแกนลวดเชื่อมเท่าที่ใช้ไป

อัตราการคืนตัวเป็นเนื้อโลหะเชื่อม = $\frac{Ww - WB}{Wc} \times 100\ \%$

Ww = น้ำหนักชิ้นงานรวมน้ำหนักเนื้อโลหะเชื่อม

WB = น้ำหนักชิ้นงานก่อนเชื่อม

Wc = น้ำหนักแกนลวด (คำนวณ หรือ ชั่ง)

ผลของฟลักซ์ต่อการใช้งาน

- ทำให้เกิดลักษณะของอาร์กที่แตกต่างกัน กล่าวคือ
  - อาร์กง่าย นิ่ม ก่อแนวเชื่อมได้สวยงาม
  - อาร์กยาก ลวดเชื่อมดูดติดชิ้นงานบ่อยๆ ต้องกระแทกเพื่อจุดอาร์ก
  - อาร์กรุนแรง และเผาไหม้อย่างรวดเร็ว
- การแพร่กระจายของไฮโดรเจน (HD) หน่วยเป็น มิลลิลิตร ต่อ 100 กรัมเนื้อโลหะเชื่อม
- การเกิดแกสออกซิเจน (%)
- ความชื้นและการอบลวด
- การบรรจุหีบห่อ
- DCEN ให้การซึมลึกมากกว่า ในขณะที่ DCEP เดินแนวเชื่อมได้เร็วกว่า เฉพาะลวดเชื่อมที่ยอมได้ทั้ง +/- เท่านั้น
- เชื่อม DC ผิดขั้วจากที่ระบุ ทำให้เกิด
  - เม็ดโลหะเกาะติดชิ้นงาน (spatter)

- รูพรุน (porosity)
- การซึมลึกไม่เพียงพอ (Incomplete Penetration)
- สแลกผังใน (Slag Inclusion)
- อาร์กไม่เสถียร (Unstable Arc)

การเก็บรักษาลวดเชื่อม

ลวดเชื่อมที่เสื่อมคุณภาพเมื่อนำไปเชื่อม สารพอกหุ้มจะเกิดการแตก ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้รอบเชื่อมแตกร้าว ซึ่งมีสาเหตุมาจากลวดเชื่อมเกิดความชื้น ดังนั้นในการเก็บรักษาลวดเชื่อมจะต้องให้อยู่ในสภาพที่แห้งอยู่เสมอ และเป็นไปตามข้อกำหนดเฉพาะในการเก็บลักษณะของลวดเชื่อมชนิดนั้น ๆ

ในกรณีที่ลวดเชื่อมชื้น ก่อนที่จะนำไปใช้งานจะต้องอบให้แห้งเสียก่อน โดยใช้เตาอบลวดเชื่อมให้ ความร้อนประมาณ 500 องศาฟาเรนไฮต์ (260 องศาเซลเซียส) เป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปเก็บในอุณหภูมิที่เหมาะสมเพื่อใช้งานต่อไป

การเลือกใช้ลวดเชื่อม

ควรจะต้องพิจารณาเลือกใช้ตามลักษณะขององค์ประกอบหลัก 3 ด้าน คือ **ด้านเทคนิคการเชื่อม ด้านโลหะวิทยา และด้านเศรษฐศาสตร์** ดังนี้

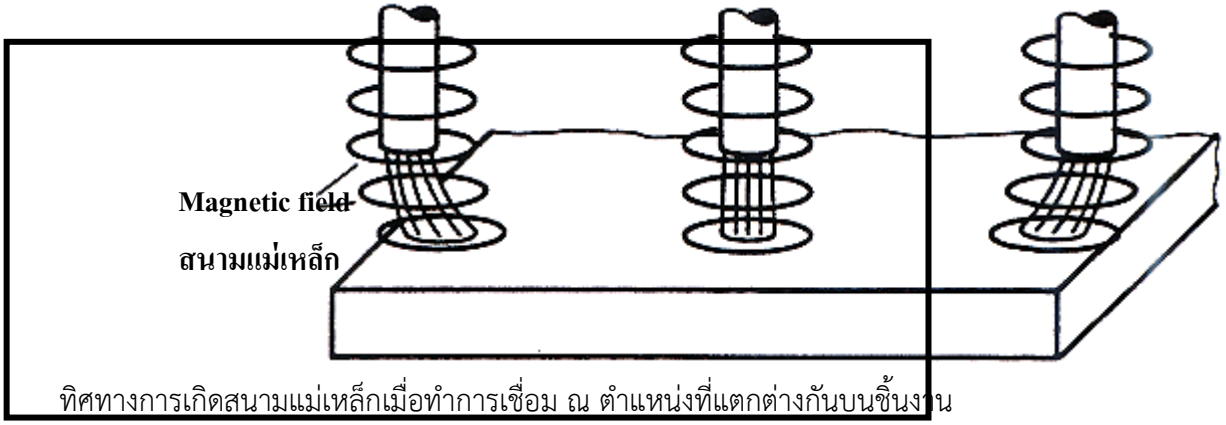
1. ความแข็งแรงของเนื้อโลหะงาน ลวดเชื่อมต้องมีคุณสมบัติเชิงกลสูงกว่าหรือใกล้เคียงกับโลหะงาน
2. ส่วนผสมของโลหะงาน ลวดเชื่อมต้องมีส่วนผสมที่เหมือนกับโลหะงาน
3. ตำแหน่งเชื่อมหรือท่าเชื่อม ลวดแต่ละชนิดจะกำหนดท่าเชื่อมไว้จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับท่าเชื่อม
4. ลักษณะรอยต่อแนวเชื่อมว่าต้องการแนวเชื่อมที่มีการซึมลึกมาก หรือน้อย
5. กระแสไฟเชื่อม ลวดเชื่อมบางชนิดเหมาะสำหรับกระแสไฟตรง หรือกระแสไฟสลับอย่างเดียว
6. ความหนาของชิ้นงาน ชิ้นงานที่หนาควรเลือกลวดเชื่อมที่มีความเหนียวสูง เพื่อป้องกันการแตกร้าว
7. ควรจุดติดอาร์กได้ง่าย และเปลวอาร์กสม่ำเสมอ
8. สามารถเชื่อมท่าบังคับ ตามสภาพงานได้ดี
9. สารพอกหุ้มจะต้องยึดเกาะกับแกนลวดดี มีความยืดหยุ่นดี ไม่แตกร่อนง่าย
10. เกิดสารพิษ แก๊ส ควัน ฝุ่นในปริมาณน้อย
11. ให้อัตราการหลอมละลายสูง ให้เนื้อเชื่อมมาก สูญเสียจากการกระเด็นต่ำ
12. ผิวหน้ารอยเชื่อมดี
13. สามารถทนกระแสไฟฟ้าสูงได้
14. สามารถแยกสแลคออกได้ง่าย
15. มีคุณสมบัติทางกลสูงกว่าหรือเท่ากับโลหะงาน
16. ส่วนผสมของลวดเชื่อมจะต้องเหมือนกัน และเข้ากันได้กับโลหะงาน
17. ไม่ไวต่อสารแยกตัวในเนื้อเหล็ก เช่น การเชื่อมงานที่มีความหนามาก ๆ เพื่อป้องกันการ แตกร้าวในขณะร้อน หรือแตกร้าวในกรณีเย็นตัวไม่สมบูรณ์

จุดบกพร่องที่เกิดขึ้นบ่อยในงานเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ

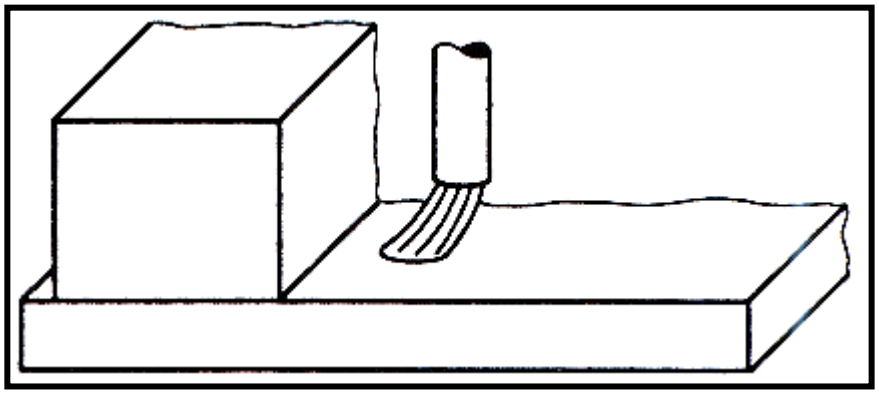
การเกิดเปลวอาร์กเบี่ยงเบน (Arc Blow Effect)

ผลกระทบจาก เปลวอาร์กเบี่ยงเบน หรือ สามารถบางครั้งเรียกทับศัพท์ตามภาษาอังกฤษได้ว่า “เกิดอาร์กโบล” ซึ่งเปลวอาร์กที่เกิดขึ้นเสมือนกับตัวนำกระแสไฟฟ้าทั่วไป คือ จะครอบคลุมด้วยสนามแม่เหล็ก ถ้าสนามแม่เหล็กเปลี่ยนทิศทาง เปลวอาร์กก็จะเปลี่ยนทิศทางตามไปด้วย

จึงเรียกว่าเปลวอาร์กเบี่ยงเบน (Arc blow) **ส่วนใหญ่ กรณีที่เกิดเปลวอาร์กเบี่ยงเบน (Arc blow) จะเกิดเฉพาะในกรณีกระแสไฟตรง (DC)**

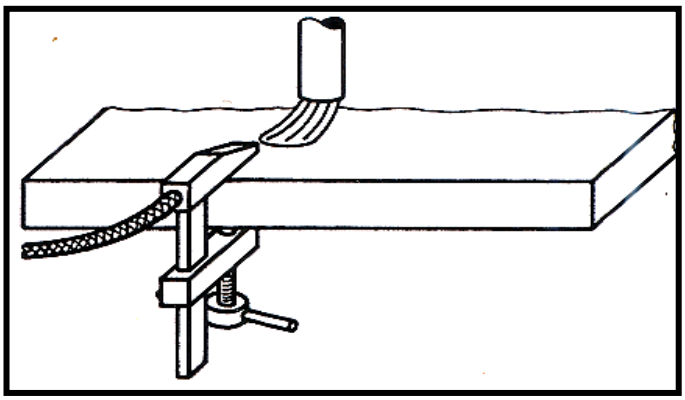


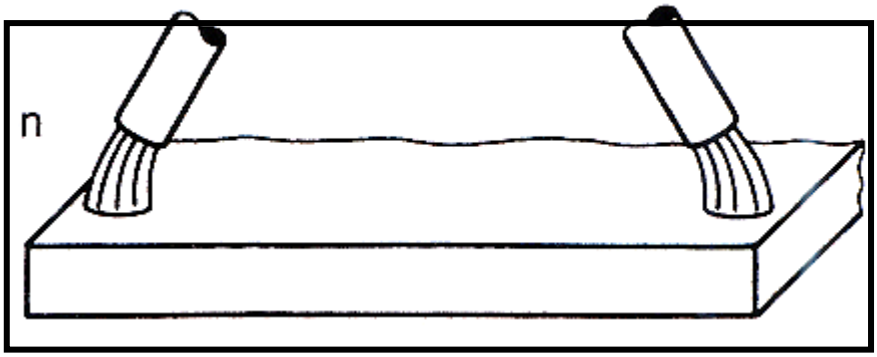
ทิศทางการเกิดสนามแม่เหล็กเมื่อทำการเชื่อม ณ ตำแหน่งที่แตกต่างกันบนชิ้นงาน



เมื่อเชื่อมที่ใกล้ชิ้นงานใหญ่ ๆ หรือมีปริมาตรมากจะเกิดการเปลวอาร์กเบี่ยงเบนไปยังบริเวณที่มีขนาดใหญ่หรือมีปริมาตรมาก

เมื่อเชื่อมใกล้แคล้มจับชิ้นงาน

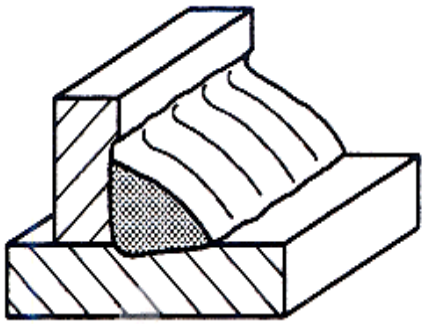




การแก้ไขการเกิด เปลวอาร์กเบี่ยงเบน (Arc blow)

- เอียงมุมลวดเชื่อม
- ต่อสายดินชิ้นงานทั้งสองข้าง
- ย้ายตำแหน่งแคล้มจับชิ้นงาน
- ทำการเชื่อมแต้มหลายจุด
- ให้ความร้อนชิ้นงาน ก่อนการเชื่อม
- ใช้กระแสไฟสลับ (AC) แทน กระแสตรง (DC)

ข้อบกพร่องในแนวเชื่อม สำหรับการเชื่อมต่อตัวที

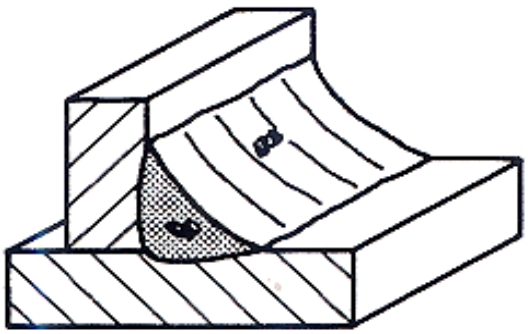


การกัดแหว่ง (Undercuts) เกิดจาก

- กระแสไฟเชื่อมสูง
- มุมเอียงลวดเชื่อมมากเกินไป
- ระยะอาร์กห่าง/เปลวอาร์กยาวไป

การแก้ไขการกัดแหว่ง (Undercuts)

- ลดกระแสไฟเชื่อมลงกว่ากระแสไฟเชื่อมครั้งแรก ประมาณ 5 – 10 แอมแปร์
- ควบคุมมุมเอียงลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับชั้นแนวเชื่อมนั้น ๆ
- ควบคุมระยะอาร์กให้ใกล้กับบริเวณทำการเชื่อม
- ควบคุมความเร็วในการเชื่อมให้สม่ำเสมอ
- ควบคุมการหยุดที่ขอบแนวอย่าให้ช้าหรือเร็วเกินไป และในขณะเชื่อมช่างเชื่อมต้องสังเกตและพยายามเติมเนื้อแนวเชื่อมให้เต็มเสมอบริเวณที่ขอบแนว

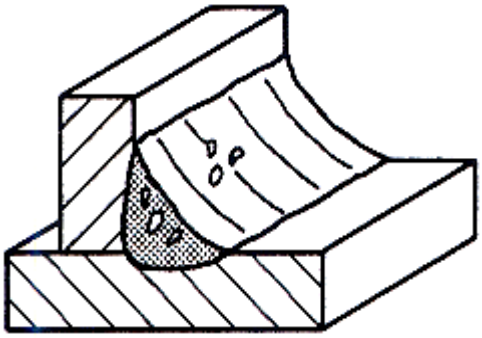


สแลคฝังใน (Slag inclusions) เกิดจาก

- กระแสไฟเชื่อมต่ำ
- เดินลวดเชื่อมเร็ว
- ทำความสะอาดไม่ดีพอในแนวเชื่อมก่อนการเชื่อมทับหน้า
- เชื่อมทับเศษสแลคในการเชื่อมหลาย

การแก้ไขการเกิด สแลคฝังใน (Slag inclusions)

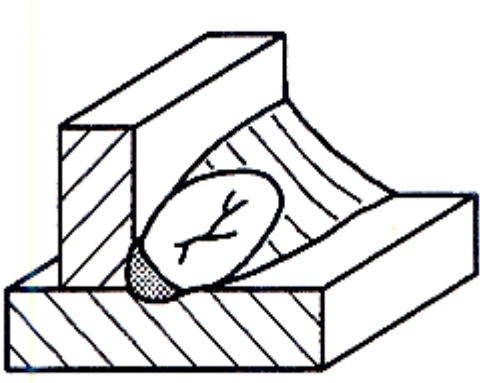
- ปรับกระแสไฟเชื่อมให้สูงขึ้นกว่าเดิมประมาณ 5 – 15 แอมแปร์
- ควบคุมการเดินลวดเชื่อมให้ช้าลง
- ทำความสะอาดเศษสแลคในแนวเชื่อมก่อนการเชื่อมทับหน้าทุกครั้ง และทำความสะอาดแบบ 100 % ซึ่งช่างเชื่อมต้องมั่นใจว่าไม่มีเศษสแลค ก่อนทำการเชื่อม



รูพรุน (Gas pores) เกิดจาก
- ผิวชิ้นงานสกปรก (สนิม ไขมัน วัสดุเคลือบผิว)
- ระยะอาร์กห่าง
- ลวดเชื่อมมีความชื้น โดยเฉพาะลวดเชื่อมเบสิค(ด่าง)

การแก้ไขการเกิดรูพรุน (Gas pores)

- ต้องทำความสะอาดผิวชิ้นงานทุกครั้งก่อนปฏิบัติการเชื่อม โดยอาจจะใช้ แปรงลวดขัด ใช้เครื่องเจียระไน ใช้แอลกอฮอล์เช็ดบริเวณผิวชิ้นงานก่อนปฏิบัติงานเชื่อม
- ควบคุมระยะอาร์กให้ใกล้กับบริเวณทำการเชื่อม เช่นถ้าใช้ลวดเชื่อมเบสิค (ด่าง) ระยะอาร์กประมาณ 0.5 คูณ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลวดเชื่อม
- ควบคุมความชื้นในลวดเชื่อม เช่น ถ้าเป็นลวดเชื่อมเบสิค (ด่าง) ควรมีการอบลวดเชื่อมก่อนปฏิบัติการเชื่อม
- ควบคุมมุมของลวดเชื่อมอย่าให้เอียงมากจนเกินไป

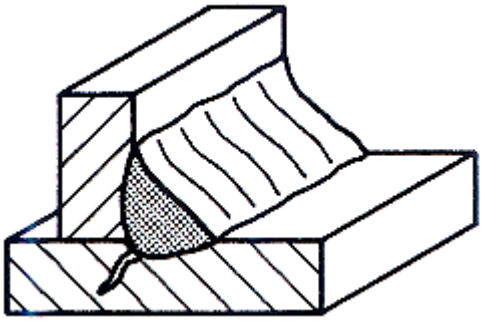


รอยร้าวปลายแนวเชื่อม(End craters)เกิดจาก
- ยกลวดเชื่อมออกจากบ่อหลอมเร็วเกินไป โดยเฉพาะขณะเชื่อมด้วยกระแสไฟเชื่อมที่สูง ซึ่ง

เป็นจุดที่ทำให้เกิดรอยร้าวปลายแนวเชื่อมได้ง่าย (ร้าวจากการหดตัว)

การแก้ไขรอยร้าวปลายแนวเชื่อม (End craters)

- ควบคุมการเติมเนื้อแนวเชื่อมให้เต็มบริเวณปลายแนวเชื่อมโดยเมื่อใกล้บริเวณจุดสิ้นสุดแนวให้เดินลวดเชื่อมถอยกลับและเดินหน้าจนบริเวณปลายแนวเชื่อมเต็มแนว หรือ
- เมื่อใกล้บริเวณปลายแนวให้ยกลวดเชื่อมออกบริเวณปลายแนวให้เปลวอาร์กดับแล้วกลับมาจุดอาร์กอีกครั้งบริเวณปลายแนว ทำสลับกันจนปลายแนวเชื่อมเติมเต็ม

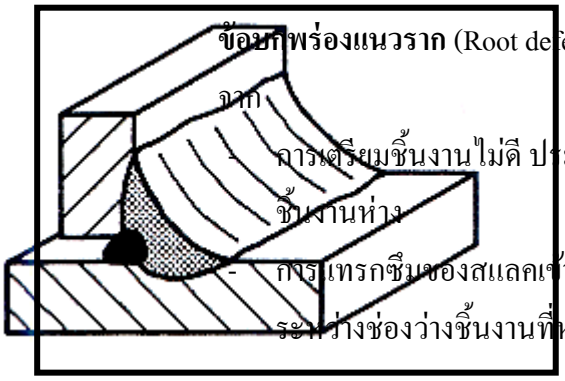


รอยร้าวบริเวณเขตรอยต่อ(Cracks in the weld-interface region) เกิดจาก

- ใช้วัสดุที่ไม่เหมาะกับการเชื่อม
- หลังการเชื่อมให้ชิ้นงานเย็นตัวเร็วเกินไป (เหมือนการอบชุบโลหะ)

การแก้ไขรอยร้าวบริเวณเขตรอยต่อ (Cracks in the weld-interface region)

- เปลี่ยนชิ้นงานเชื่อม
- ชิ้นงานหลังจากการเชื่อมแล้ว ปล่อยให้ชิ้นงานเชื่อมเย็นตัวอย่างช้า ๆ



ข้อบกพร่องแนวราก (Root defects)เกิดจาก

- การเตรียมชิ้นงานไม่ดี ประกอบชิ้นงานห่าง
- กรงเทรกซึมของสแลคเข้าไปในระหว่างช่องว่างชิ้นงานที่ห่างมาก

การแก้ไขข้อบกพร่องแนวราก (Root defects)

- ควบคุมการเตรียมงานถ้าเป็นชิ้นงานต่อตัวที ต้องให้ชิ้นงานแนบสนิทอย่าให้มีช่องว่างระหว่างชิ้นงานสองชิ้นเด็ดขาด

องค์ประกอบที่สำคัญในการเชื่อม

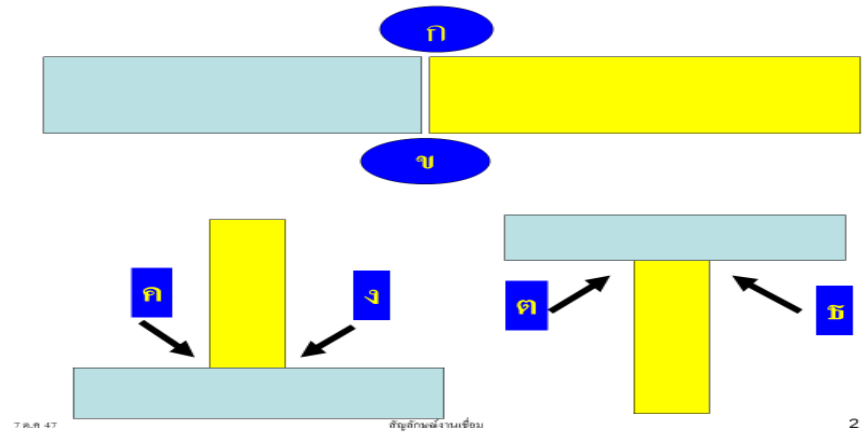
1. เลือกชนิด ลวดเชื่อม ชนิดกระแสไฟเชื่อม (กระแสตรง(DC) กระแสสลับ(AC)) เลือกปรับแรงดันได้ถูกต้อง
2. ปรับระยะอาร์ก มุมลวดเชื่อม ที่ถูกต้อง
3. ใช้เทคนิคการส่ายลวดเชื่อมที่ถูกต้อง
4. จัดตำแหน่งท่าเชื่อม ในกรณีเชื่อมท่าตั้ง ท่าขนานนอน ชิ้นงานควรวางอยู่ประมาณระหว่างหน้าอกกับท้อง ของช่างเชื่อม จัดตำแหน่งท่าเชื่อมของช่างเชื่อมเอง พยายามจัดท่าให้ผ่อนคลายมากที่สุด และสวมอุปกรณ์ป้องกันร่างกายเช่น เอี๊ยม ถุงมือ ปอกแขน สลับเท้า ให้พร้อม
5. กำลังภายในของช่างเชื่อม คือ ช่างเชื่อมพร้อมที่จะทำงานเชื่อม มีพละกำลังในการทำงานเพราะงานเชื่อมเป็นงานเชื่อมที่ค่อนข้างหนัก และ ร้อน ซึ่งช่างเชื่อมต้องพร้อมที่จะปฏิบัติงานเชื่อม
6. สมาธิ ที่ดี

จากองค์ประกอบที่กล่าวมาข้างต้น เชื่อได้ว่าเมื่อช่างเชื่อมปฏิบัติครบทุกหัวข้อที่ถูกต้องแล้ว ส่งผลให้ช่างเชื่อมสามารถพัฒนาทักษะด้านงานเชื่อมเพิ่มขึ้น และเมื่อมีทักษะเพิ่มมากขึ้น จะเกิดความชำนาญมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งจะทำให้ได้คุณภาพของแนวเชื่อมรวมทั้งการปฏิบัติงานเชื่อมมีประสิทธิภาพสูงสุด ทำให้เกิดการจ้างงานมากขึ้น ค่าแรงช่างเชื่อมเพิ่มขึ้น

๕.๓ ศึกษาเรื่องสัญลักษณ์งานเชื่อม

สัญลักษณ์การเชื่อม ช่างเชื่อมจะสามารถทำงานได้คล่องแคล่วและรวดเร็ว เมื่อนำเอาวิธีการใช้สัญลักษณ์มา แทนรายละเอียดต่างๆ ที่จะใช้ในการเชื่อม สัญลักษณ์จะถูกเขียนไว้ในแบบงานซึ่งจะเป็นการบอกให้รู้กันทุกหน่วยงาน ทุกฝ่าย ตั้งแต่ผู้ออกแบบถึงผู้ปฏิบัติงานเชื่อม โดยเป็นที่เข้าใจกันตามความมุ่งหมาย เดียวกนทุกฝ่าย สำหรับสัญลักษณ์ของการเชื่อมที่จะนำมากล่าวในที่นี้ เป็นแบบมาตรฐานของ AWS (American Welding Society) ซึ่งแบบมาตรฐานนี้เป็นที่นิยมใช้กันมาก เข้าใจได้ง่ายเป็น มาตรฐานสากล จึงสมควรที่ช่างเชื่อม หรือผู้ที่เกี่ยวข้องนี้จะต้องทราบรายละเอียดและทำความ เข้าใจได้เป็นอย่างดี

ส่วนประกอบของสัญลักษณ์งานเชื่อม ความแตกต่างระหว่างสัญลักษณ์แนวเชื่อม และสัญลักษณ์การเชื่อม (Welding Symbols) คือสัญลักษณ์แนวเชื่อม หมายถึงสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องเฉพาะแนวเชื่อมเท่านั้น ส่วนสัญลักษณ์การ เชื่อม หมายถึงสัญลักษณ์การเชื่อมที่ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ๘ ส่วน หรือบางส่วนที่จำเป็น สัญลักษณ์การเชื่อม ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ๘ ส่วน คือ - เส้นฐาน - หัวลูกศร - สัญลักษณ์แนวเชื่อมพื้ นฐาน -ขนาดและข้อมูลอื่น ๆ - สัญลักษณ์เพิ่มเติม – สัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกบการแต่งผิวแนวเชื่อม - หางลูกศร -ข้องกาหนดรายละเอียด กรรมวิธีการเชื่อม หรือการอ้างอิงอื่นๆ สัญลักษณ์ที่เป็นส่วนประกอบ ๘ อย่างนี้ ส่วนที่ไม่ประสงค์จะกำหนดให้มีกับงานแต่ละอย่างก็ไม่จำเป็นต้องใส่ลงไปในหางลูกศรและเมื่อไม่ต้องการจะกำหนดรายละเอียดใดๆ ก็ไม่จำเป็นต้อง



สัญลักษณ์งานเชื่อมมาตรฐานสากล

- อ้างอิงจาก ISO 2553
- บอกถึงกฎการใช้สัญลักษณ์เชื่อมลงในแบบงานเชื่อม
- บอกสิ่งที่จำเป็นต่าง ๆ ให้ชัดเจน

3

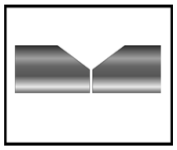
สัญลักษณ์งานเชื่อมมาตรฐานสากล

- ประกอบด้วยสัญลักษณ์พื้นฐานดังนี้
  - สัญลักษณ์พื้นฐานรอยต่อ
  - แสดงขนาด
  - ส่วนประกอบที่ระบุบางอย่าง (เฉพาะสำหรับแบบงาน)

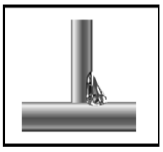
สัญลักษณ์งานเชื่อมมาตรฐานสากล

- สัญลักษณ์ (Symbols)
  - จะจำแนกตามลักษณะรอยต่อด้วยสัญลักษณ์ที่มีรูปร่างคล้ายกับแนวเชื่อมที่จะเชื่อม

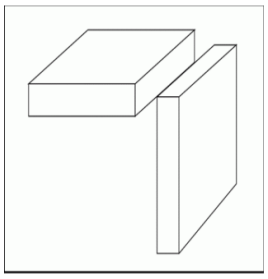
สัญลักษณ์พื้นฐานแนวเชื่อม



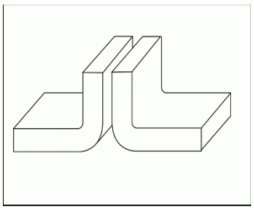
รอยเชื่อมต่อชน (Butt Weld)



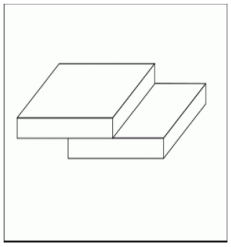
รอยต่อฟิลเล็ท (Fillet Weld)



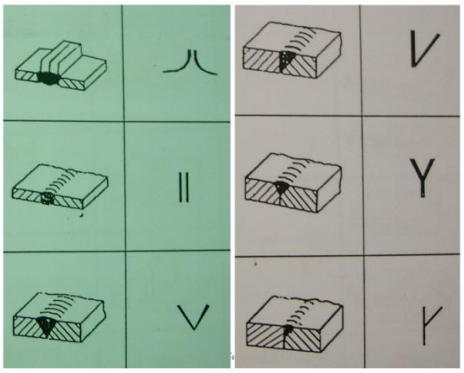
รอยต่อมุม (Corner)

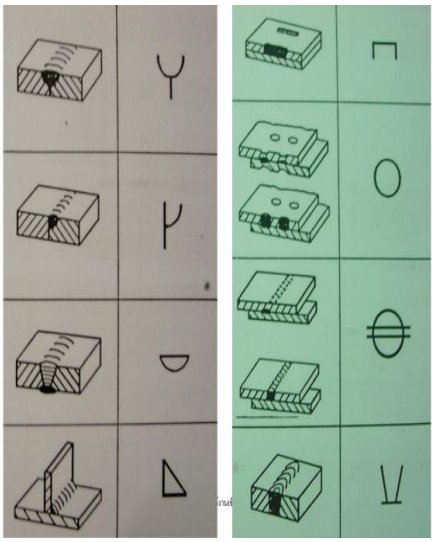


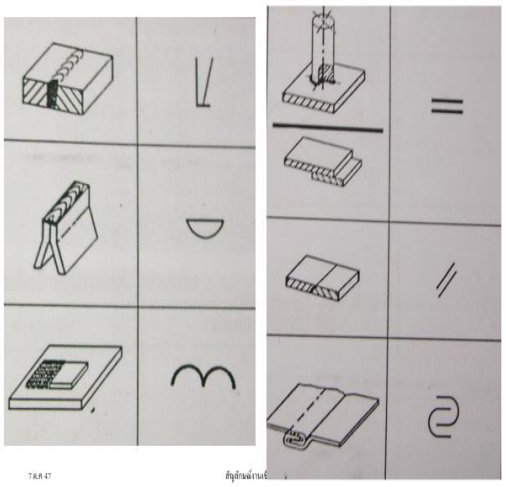
รอยต่อขอบ (Edge)



รอยต่อเกย (Lap)

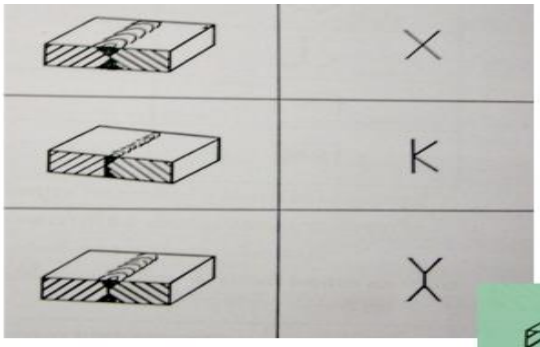


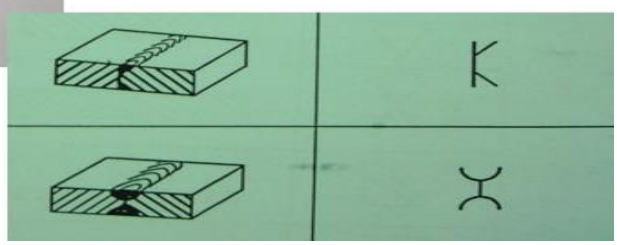




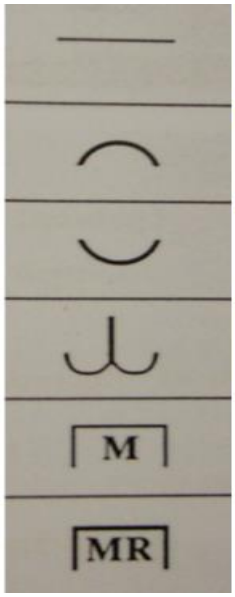
การรวมสัญลักษณ์รอยต่อ

ก็สามารถทำได้ ซึ่งสัญลักษณ์พื้นฐานที่นำ
รวมกันเป็นสัญลักษณ์ที่มีการเชื่อมที่
เหมือนกันทั้งสองด้าน





สัญลักษณ์ผนวก



เรียบ

นูน

เว้า

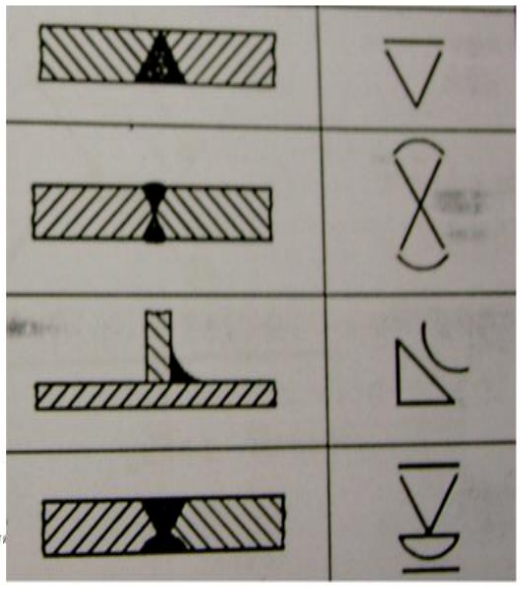
Toes เรียบกลมกลืน

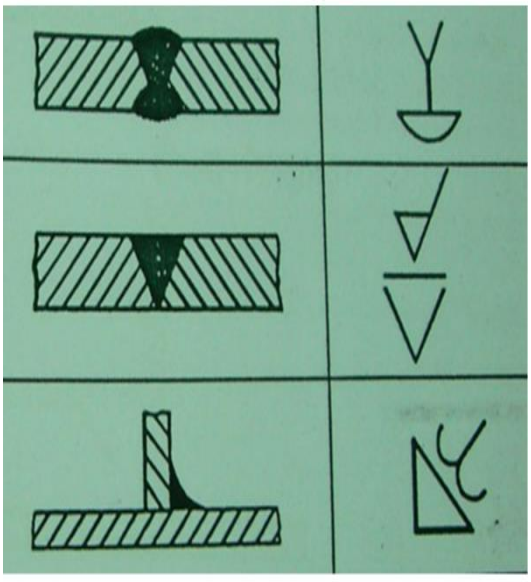
รองหลังแบบถาวร

รองหลังที่กำจัดออก

20

ตัวอย่างการใช้สัญลักษณ์ผนวก



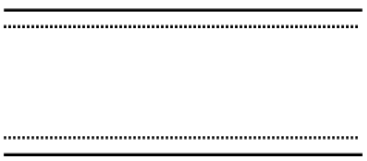


ตำแหน่งของสัญลักษณ์ในแบบงาน (Drawing)

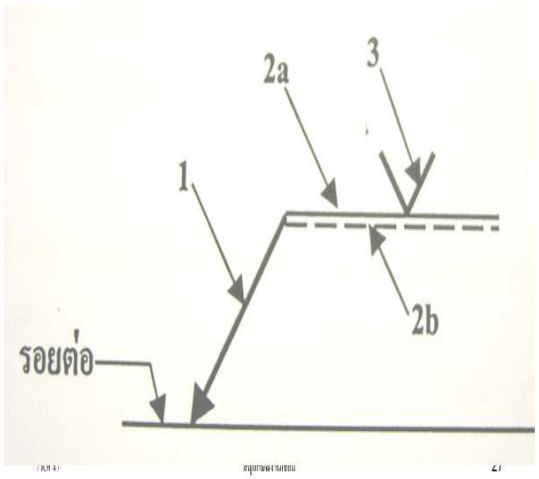
- สัญลักษณ์งานเชื่อมที่สมบูรณ์จะมี
  - เส้นลูกศร (Arrow Line)
  - เส้นอ้างอิง (Reference Line)

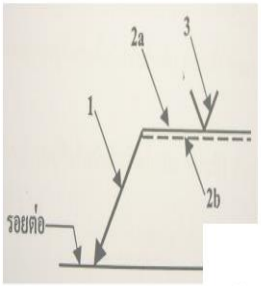
  ประกอบด้วยเส้นขนานสองเส้น คือ เส้นทึบและเส้นประ
  - การให้ขนาดและเครื่องหมายทั่วไป

- เส้นอ้างอิงที่เป็นเส้นประจะอยู่บนหรือล่างของเส้นทึบก็ได้



วิธีการแสดงบนสัญลักษณ์งานเชื่อม





1 = เส้นลูกศร

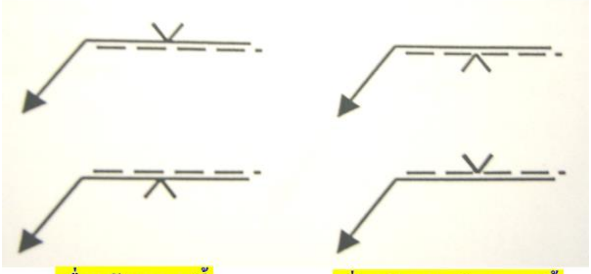
2a = เส้นอ้างอิง (เส้นทึบ)

2b = เส้นแสดง (เส้นประ)

3 = สัญลักษณ์

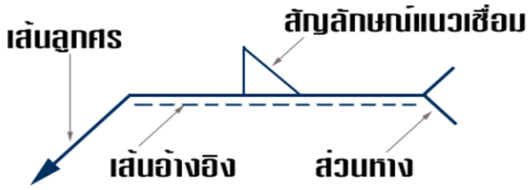
ตำแหน่งของสัญลักษณ์บนเส้นอ้างอิง

- สัญลักษณ์สามารถวางอยู่บนหรือล่างของเส้นอ้างอิง ได้ดังนี้
  - เมื่อสัญลักษณ์วางอยู่ติดกับเส้นอ้างอิงเส้นทึบ หมายถึง ทำการเชื่อมด้านลูกศรชี้
  - เมื่อสัญลักษณ์วางอยู่ติดกับเส้นอ้างอิงเส้นประ หมายถึง ทำการเชื่อมด้านตรงข้ามลูกศรชี้

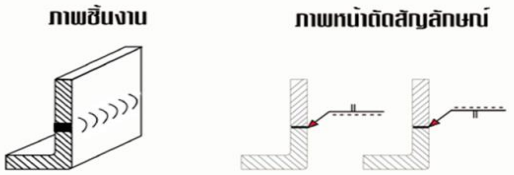


เชื่อมด้านลูกศรชี้ เชื่อมด้านตรงข้ามลูกศรชี้

สัญลักษณ์งานเชื่อมประกอบด้วย

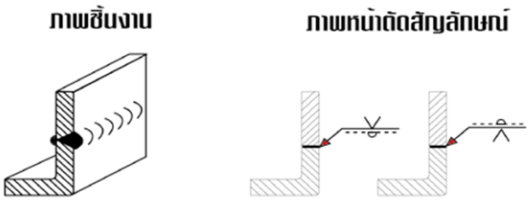


หลักการกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อม



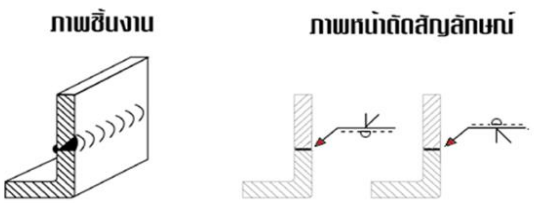
1.เชื่อมต่อชนไม่บากหน้างาน

หลักการกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อม



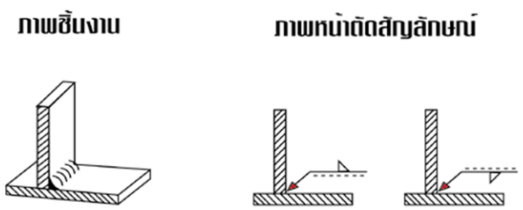
2.แนวเชื่อมต่อชนบากวีด้านเดียว

หลักการกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อม



3.แนวเชื่อมต่อชนบากมีเวลด้านเดียว

หลักการกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อม

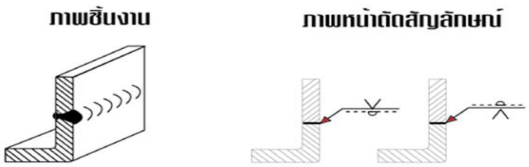


4.แนวเชื่อมฟิลเล็กเชื่อมด้านลูกศร

หลักการกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อม

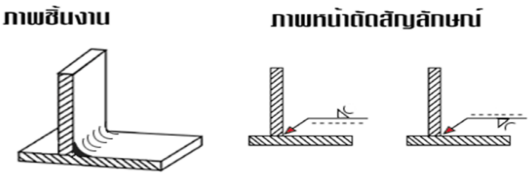
5.แนวเชื่อมฟิลเล็กเชื่อมด้านตรงข้ามลูกศร

หลักการกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อม

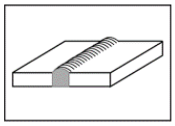


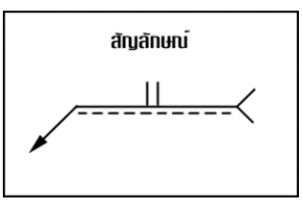
6. เชื่อมต่อชนบากวีด้านเดียวแนวเชื่อมมีการ ซีมลิกด้านหลังและเชื่อมด้านลูกศร

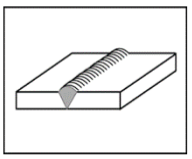
หลักการกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อม

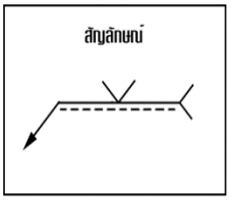


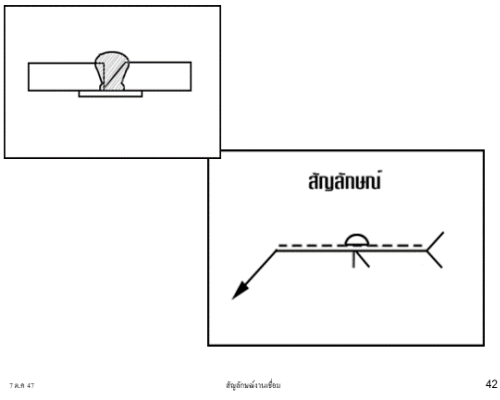
7.แนวเชื่อมฟิลเล็กเว้า เชื่อมด้านลูกศร

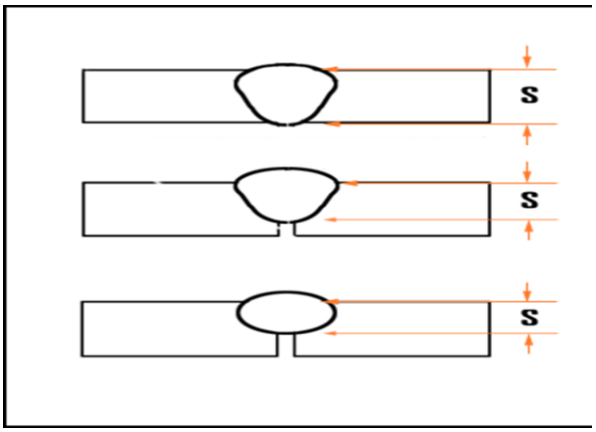


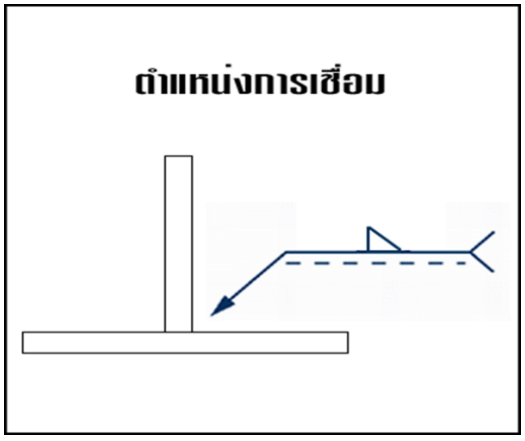


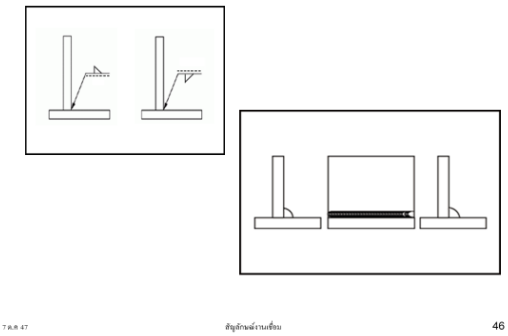


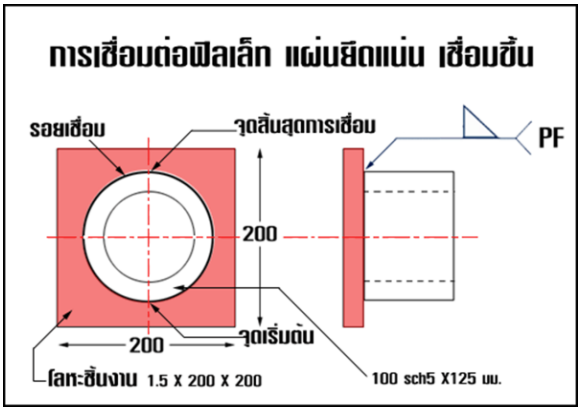




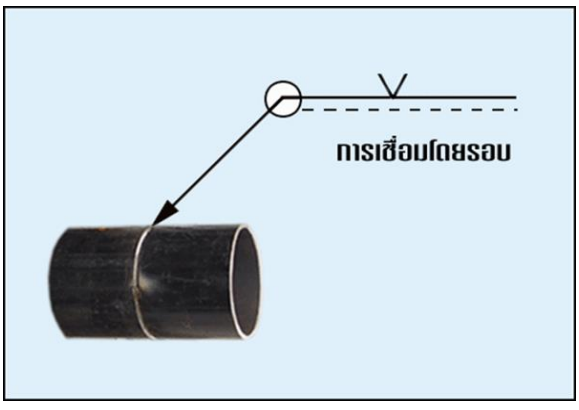


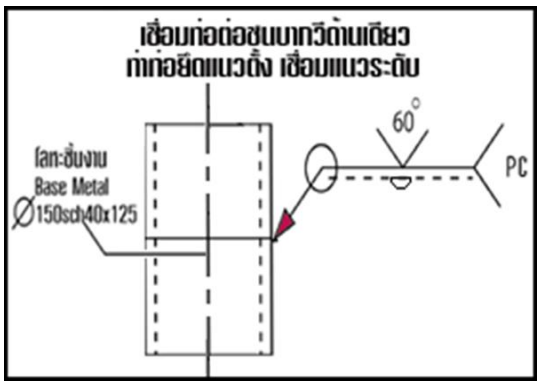


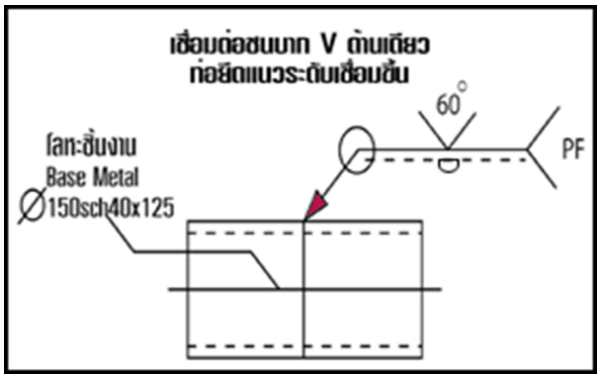


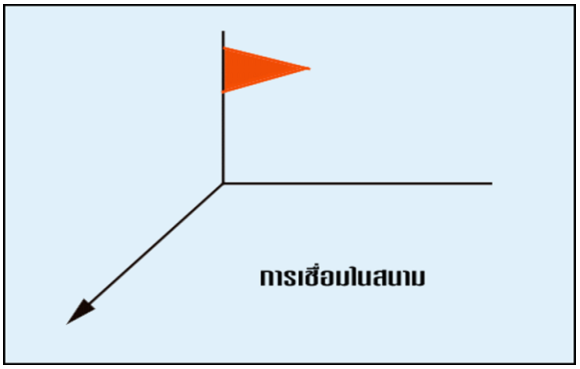


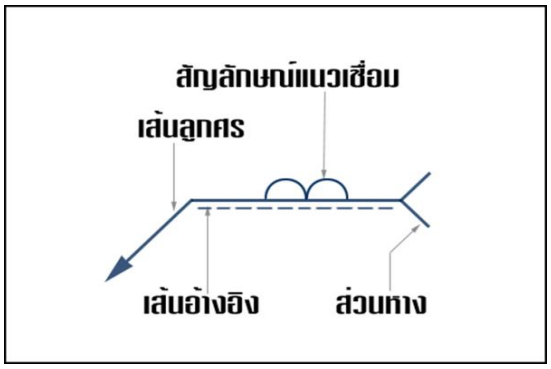
111 กระบวนเชื่อมอาร์คโลหะด้วยมือ
114 ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์
12 การเชื่อมซับเมอร์จ
131 มิก
135 แมก
136 ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ใช้แก๊สปกคลุม
141 ทิก
15 การเชื่อมด้วยพลาสม่า
311 เชื่อมแก๊ส

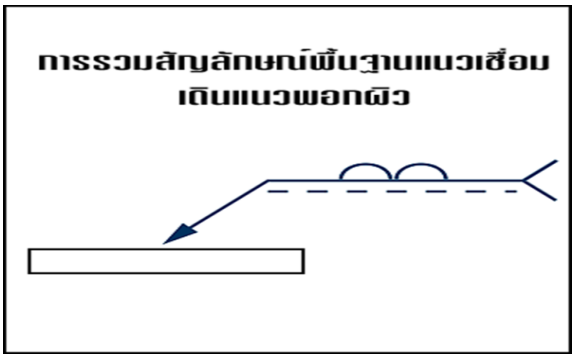






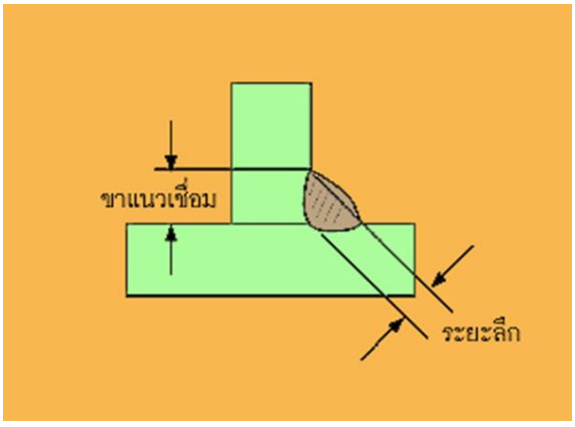


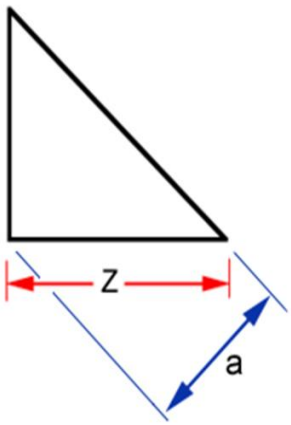


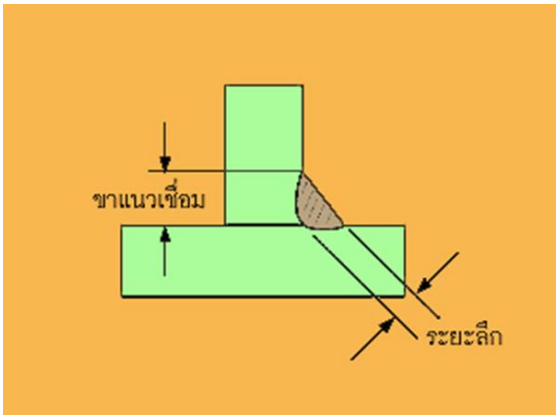


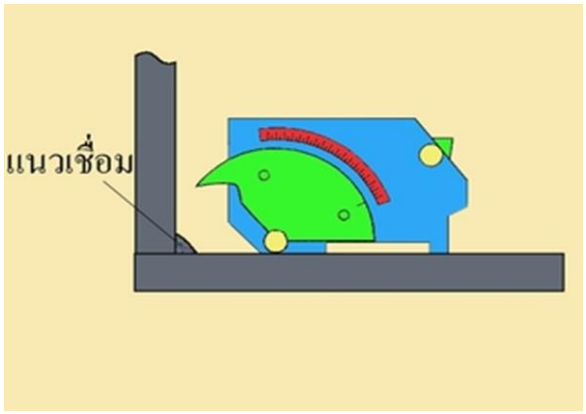
ขนาดของแนวเชื่อม

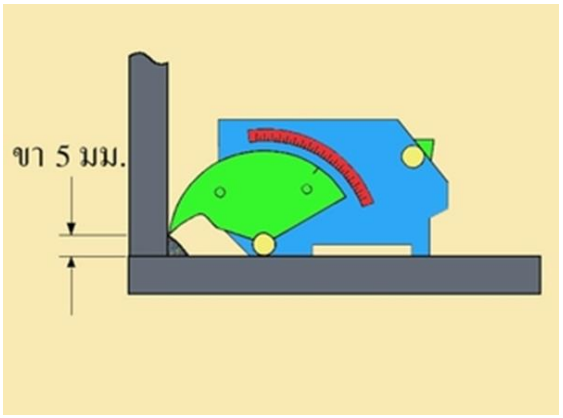
- ขนาดหน้าตัดของแนวเชื่อมให้เขียนไว้ด้านซ้ายของสัญลักษณ์
  - **S =** ขนาดความซึมลึกของแนวเชื่อม กรณีเชื่อมต่อชน
  - **a = Throat Thickness** ระยะลึกของแนวเชื่อม ฟิลเล็ท
  - **Z = Leg Length** ระยะขาแนวเชื่อม
- ขนาดความยาวแนวเชื่อมให้เขียนไว้ด้านขวาของสัญลักษณ์
  - เป็นตัวเลขระบุ



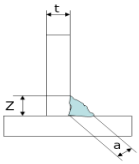








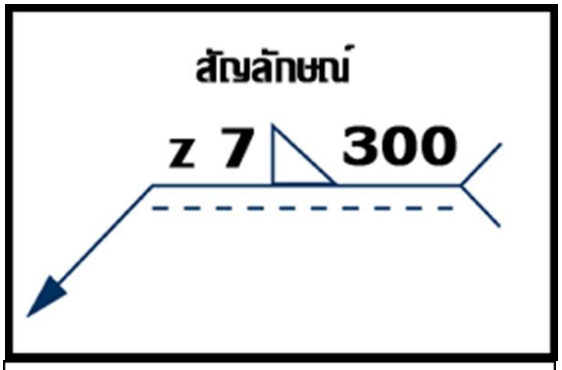
หลักการหาค่า THROAT, LEGของชิ้นงานสอบเชื่อมต่อฉาก



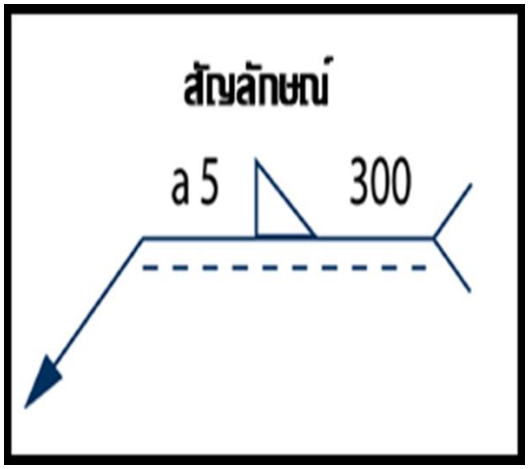
$Z = a\sqrt{2}$

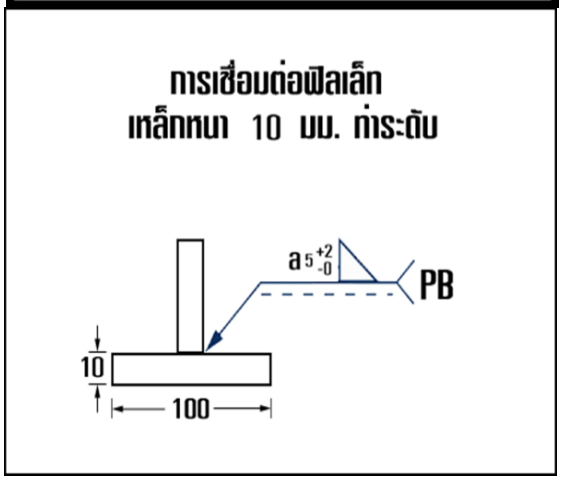
$a \sim 0.7Z$

$(a \sim 0.5t , Z \sim 0.7t)$



ค่า t ที่ใช้คำนวณเป็นความหนาที่บางที่สุด





๕.๔ ศึกษาเรื่องข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม

(ก)ความต้องการด้านทักษะ

๕.๔.๑. ความสามารถอ่านใบสั่งงานเชื่อมทิกแบบรอยต่อชนท่อ

๕.๔.๒. ความสามารถเตรียมเครื่องเชื่อมและอุปกรณ์การเชื่อมทิก

๕.๔.๓. ความสามารถเตรียมโลหะชิ้นงานเชื่อม

๕.๔.๔. ความสามารถเลือกลวดเชื่อมทิก

๕.๔.๕. ความสามารถปรับพารามิเตอร์ในการเชื่อมทิก

๕.๔.๖. ความสามารถจัดเตรียมสถานที่ทำงานเชื่อม

(ข) ความต้องการด้านความรู้

๕.๔.๗. ความรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์งานเชื่อมรอยต่อชนท่อ ตามมาตรฐาน ISO และ AWS เช่น ขนาดของแนวเชื่อม ตำแหน่งแนวเชื่อม สัญลักษณ์รอยต่อชนท่อ เป็นต้น

๕.๔.๘. ความรู้เกี่ยวกับลวดเชื่อมทิกตามมาตรฐาน AWS เป็นต้น

๕.๔.๙. ความรู้เกี่ยวกับชิ้นงานเชื่อม รอยต่อเชื่อม ตำแหน่งท่าเชื่อม

๕.๔.๑๐. ความรู้เกี่ยวกับการปรับตั้งขั้วเชื่อมและกระแสไฟ ค่าพารามิเตอร์ในการเชื่อม เช่น กระแสไฟตรงต่อขั้วตรง กระแสไฟตรงต่อกลับขั้ว กระแสไฟสลับ กระแสไฟเชื่อม แรงดันเชื่อม ความเร็วในการเชื่อมเป็นต้น

๕.๔.๑๑. ความรู้เกี่ยวกับการเตรียมเครื่องเชื่อมและอุปกรณ์การเชื่อม เช่น เครื่องเชื่อมแบบ Transformer เครื่องเชื่อมแบบ Rectifier หัวเชื่อม สายกราวน์ ค้อนเคาะแสลก และแปรงลวด

หลักฐานที่ต้องการ (Evidence Guide)

หลักฐานที่ต้องการจะกำหนดข้อแนะนำเกี่ยวกับการประเมิน และควรที่จะใช้ประกอบร่วมกันกับเกณฑ์การปฏิบัติงาน (Performance Criteria) และ ทักษะและความรู้ที่ต้องการ (Required Skills and Knowledge)

(ก) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

๕.๔.๑๒. แสดงการอ่านใบสั่งงานเชื่อมรอยต่อชนท่อ

๕.๔.๑๓. แสดงการเตรียม โลหะชิ้นงาน ลวดเชื่อม เครื่องเชื่อม และอุปกรณ์การเชื่อม

๕.๔.๑๔. แสดงการตั้งค่ากระแสไฟเชื่อม และต่อขั้วเชื่อม

๕.๔.๑๕. แสดงการแต่งกายและใช้อุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัย

๕.๔.๑๖. แฟ้มสะสมผลงาน (Portfolio)

(ข) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

ใบบันทึกการอบรมความรู้เกี่ยวกับ สัญลักษณ์งานเชื่อมรอยต่อชนท่อ ตามมาตรฐาน ISO AWS กระบวนการเชื่อม ลวดเชื่อม ชิ้นงานเชื่อม รอยต่อเชื่อม ตำแหน่งท่าเชื่อม การปรับตั้งขั้วเชื่อมและกระแสไฟ พารามิเตอร์ในการเชื่อม การเตรียมเครื่องเชื่อมและอุปกรณ์การเชื่อม อุปกรณ์ความปลอดภัยในงานเชื่อม ขั้นตอนการเชื่อมอาร์กโลหะ ความปลอดภัยในงานเชื่อมและการป้องกันอันตราย การบำรุงรักษาเครื่องเชื่อมอุปกรณ์ และ การบันทึกข้อมูลการเชื่อม

(ค) คำแนะนำในการประเมิน

หลักฐานที่ต้องการเพื่อแสดงถึงสมรรถนะในส่วนนี้ ต้องมีความสำคัญและตอบสนองตามข้อกำหนดของสมรรถนะย่อยและเกณฑ์การปฏิบัติงาน โดยต้องแสดงถึง

๕.๔.๑๗. ความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้อง

๕.๔.๑๘. วิธีการปฏิบัติงานในสถานที่ทำงานและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง

๕.๔.๑๙. ขอบเขตด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

(ง) วิธีการประเมิน

๑. การประเมินผลความรู้โดยประเมินจากแบบทดสอบความรู้

๒. การประเมินผลการปฏิบัติงานโดยใช้การประเมินจากใบสั่งงานเชื่อมและแฟ้มสะสมผลงาน

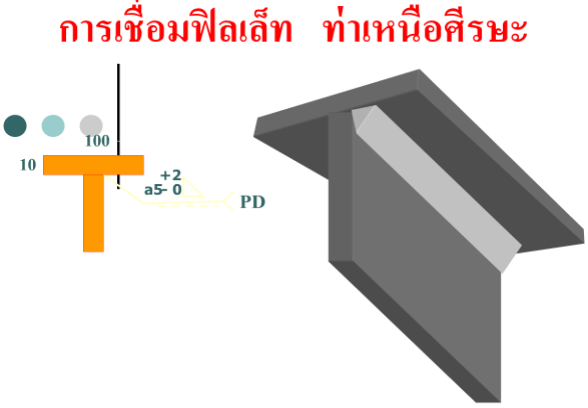
๕.๕ เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึก รู้และเข้าใจเกี่ยวกับข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม

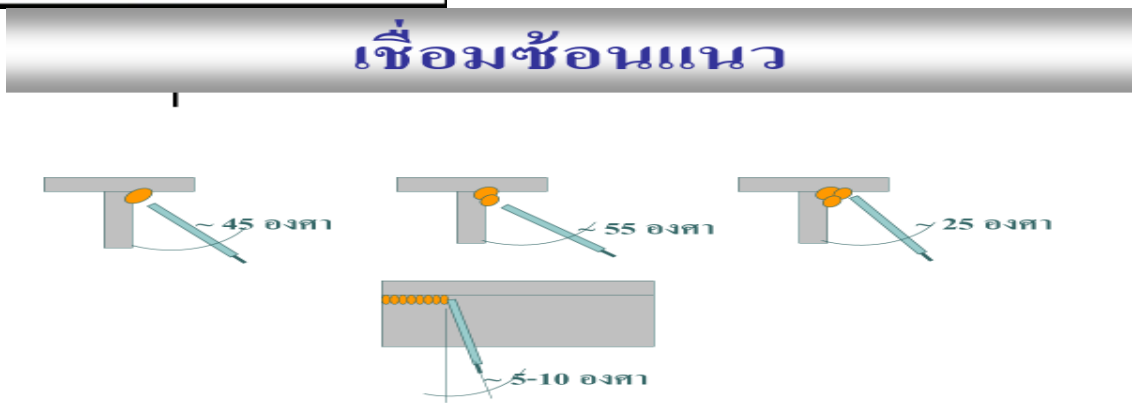
ศึกษาข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม (WPS: Welding Procedure Specification) ข้อมูลการทักษะ (Skill) สาขาช่างเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ จะต้องมีประสบการณ์ในการเชื่อมเหล็กกล้ากลุ่ม W01 ตาม ISO 9606-1(AWS D1.1Group 1) เชื่อมแผ่นเหล็กกล้าและเชื่อมท่อต่อกับแผ่นเหล็กแนวเชื่อมฟิลเล็ท (Fillet Weld) ที่มีความหนาไม่ได้กำหนด ทุกตำแหน่งท่าเชื่อมตาม ISO 9606-1 เขียนในข้อกำหนด วิธีการเชื่อม การนำข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อมไปใช้งาน

๕.๕.๑ **ฝึกปฏิบัติเชื่อมต่อตัวที ท่าเหนือศีรษะ (PD/4F)** ISO 9606-1 111P FW W01 t..... PD ss nb (AWS 4F)

เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความเข้าใจและสามารถปฏิบัติการเชื่อมแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำรอยต่อตัวที (T - Joint) ท่าเหนือศีรษะ (PD) ได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

ฝึกปฏิบัติการเตรียมชิ้นงาน การเชื่อมประกอบชิ้นงาน การเตรียมเครื่องเชื่อมและอุปกรณ์ ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ชนิดด่าง ขนาด ϕ2.6 มม.และลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ชนิดด่าง ขนาด ϕ3.2 มม.ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ชนิดรูไทล์ ขนาด ϕ2.6 มม. และลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ชนิดรูไทล์ ขนาด ϕ 3.2 มม. หินเจียขนาด 4 นิ้ว,ใบหินเจียขนาด ϕ 100 มม. หนา 2 มม. จำนวน 1 ใบ ขนาด ϕ 100 มม. หนา 4 มม.จำนวน 1 ใบ ,กระจกใส2 แผ่น ,ใบปัดงาน 1 ใบ เชื่อมแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน ขนาด ..... X 125 X 200 มม. จำนวน 2 ชิ้น, การเชื่อมรอยต่อตัวที (T - Joint) ท่าเหนือศีรษะ (PD) เทคนิคการบังคับหัวเชื่อม เทคนิคการต่อรอยเชื่อม เทคนิคการเชื่อมสามแนว การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของรอยเชื่อม โดยมีคุณภาพของรอยเชื่อมระดับ B Class ตามมาตรฐาน 5817

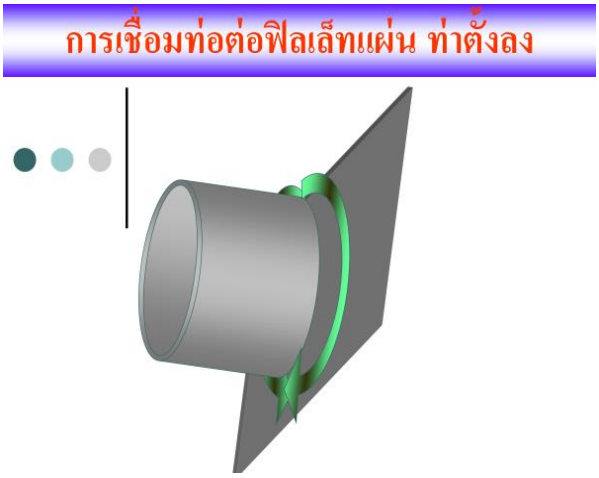




๕.๕.๒ **ฝึกปฏิบัติเชื่อมต่อตัวที ท่อหน้าแปลนท่าตั้งเชื่อมขึ้น (PH/5F)** ISO 9606-1 111T FW W01 t ..... D..... PH ss nb (AWS 5F-up)

เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความเข้าใจและสามารถปฏิบัติการเชื่อมท่อและแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ รอยต่อตัวที (T - Joint) ท่าตั้งเชื่อมขึ้น (PH) ได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

ฝึกปฏิบัติการเตรียมชิ้นงาน การเชื่อมประกอบชิ้นงาน การเตรียมเครื่องเชื่อมและอุปกรณ์ ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ชนิดด่าง ขนาด ϕ2.6 มม.และลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ชนิดด่าง ขนาด ϕ3.2 มม.ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ชนิดรูไทล์ ขนาด ϕ2.6 มม. และลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ชนิดรูไทล์ ขนาด ϕ 3.2 มม. หินเจียขนาด 4 นิ้ว , ใบหินเจียขนาด ϕ 100 มม. หนา 2 มม.จำนวน 1 ใบ ขนาด ขนาด ϕ 100 มม. หนา 4 มม.จำนวน 1 ใบ ขนาด,กระจกใส 2 แผ่น ,ใบปัดงานเชื่อม 1 ใบ แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน ขนาด ... X ... X .... มม.จำนวน 1 แผ่น, ท่อเหล็กกล้าคาร์บอน t... D..... X 125 มม.จำนวน 1 ชิ้น การเชื่อมรอยต่อตัวที (T - Joint) ท่าตั้งเชื่อมขึ้น (PH) เทคนิคการบังคับหัวเชื่อม เทคนิคการต่อรอยเชื่อม เทคนิคการเชื่อมชั้นเชื่อมเดียว (Single layer) การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของรอยเชื่อม โดยมีคุณภาพของรอยเชื่อมระดับ B Class ตามมาตรฐาน ISO 5817



เอกสารอ้างอิง

1.WELDING MASTER, GUIDE TO WELDING SLV MANNHEIM., GERMAN

2. OVTA, WELDING TEXTBOOK OVERSEAS VOCATIONAL TRAINING ASSOCIATION., JAPAN

3.เชิดเชลง ชิตชวนกิจ และคณะ วิศวกรรมการเชื่อม กรุงเทพมหานคร : พิมพ์ที่สมาคมส่งเสริมความรู้ด้านเทคนิคระหว่างประเทศ

4.สมบูรณ์ เต็งหงษ์เจริญ ลวดเชื่อม : สำนักพิมพ์ ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ

5.สุชาติ กิจพิทักษ์ งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น : พิมพ์ที่ เม็ดทรายพริ้นติ้ง

6.เอกสารประกอบการฝึก เตรียมเข้าทำงาน งานเชื่อมและโลหะแผ่น กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน

ข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม

เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึก รู้และเข้าใจเกี่ยวกับข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม

ศึกษาข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม (WPS: Welding Procedure Specification) ข้อมูลการทักษะ (Skill) สาขาช่างเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ จะต้องมีประสบการณ์ในการเชื่อมเหล็กกล้ากลุ่ม W01 ตาม ISO 9606-1(AWS D1.1Group 1) เชื่อมแผ่นเหล็กกล้าและเชื่อมท่อต่อกับแผ่นเหล็กแนวเชื่อมฟิลเล็ท (Fillet Weld) ที่มีความหนาไม่ได้กำหนด ทุกตำแหน่งท่าเชื่อมตาม ISO 9606-1 เขียนในข้อกำหนด วิธีการเชื่อม การนำข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อมไปใช้งาน

ฝึกปฏิบัติเชื่อมต่อตัวที ท่าเหนือศีรษะ (PD/4F) ISO 9606-1 111P FW W01 t..... PD ss nb (AWS 4F)

เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความเข้าใจและสามารถปฏิบัติการเชื่อมแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ รอยต่อตัวที (T - Joint) ท่าเหนือศีรษะ (PD) ได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

ฝึกปฏิบัติการเตรียมชิ้นงาน การเชื่อมประกอบชิ้นงาน การเตรียมเครื่องเชื่อมและอุปกรณ์ ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ชนิดด่าง ขนาด ϕ2.6 มม.และลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ชนิดด่าง ขนาด ϕ3.2 มม.ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ชนิดรูไทล์ ขนาด ϕ2.6 มม. และลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ชนิดรูไทล์ ขนาด ϕ 3.2 มม. หินเจียขนาด 4 นิ้ว,ใบหินเจียขนาด ϕ 100 มม. หนา 2 มม. จำนาน 1 ใบ ขนาด ϕ 100 มม. หนา 4 มม.จำนาน 1 ใบ ,กระจกใส2 แผ่น ,ใบปัดงาน 1 ใบ เชื่อมแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน ขนาด ..... X 125 X 200 มม. จำนวน 2 ชิ้น, การเชื่อมรอยต่อตัวที (T - Joint) ท่าเหนือศีรษะ (PD) เทคนิคการบังคับหัวเชื่อม เทคนิคการต่อรอยเชื่อม เทคนิคการเชื่อมสามแนว การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของรอยเชื่อม โดยมีคุณภาพของรอยเชื่อมระดับ B Class ตามมาตรฐาน ISO 5817

ฝึกปฏิบัติเชื่อมต่อตัวที ท่อหน้าแปลนท่าตั้งเชื่อมขึ้น (PH/5F) ISO 9606-1 111T FW W01 t ..... D..... PH ss nb (AWS 5F-up)

เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความเข้าใจและสามารถปฏิบัติการเชื่อมท่อและแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ รอยต่อตัวที (T - Joint) ท่าตั้งเชื่อมขึ้น (PH) ได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

ฝึกปฏิบัติการเตรียมชิ้นงาน การเชื่อมประกอบชิ้นงาน การเตรียมเครื่องเชื่อมและอุปกรณ์ ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ชนิดด่าง ขนาด ϕ2.6 มม.และลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ชนิดด่าง ขนาด ϕ3.2 มม.ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ชนิดรูไทล์ ขนาด ϕ2.6 มม. และลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ชนิดรูไทล์ ขนาด ϕ 3.2 มม. หินเจียขนาด 4 นิ้ว , ใบหินเจียขนาด ϕ 100 มม. หนา 2 มม.จำนาน 1 ใบ ขนาด ขนาด ϕ 100 มม. หนา 4 มม.จำนาน 1 ใบ ขนาด,กระจกใส 2 แผ่น ,ใบปัดงานเชื่อม 1 ใบ แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน ขนาด ... X ... X .... มม.จำนวน 1 แผ่น, ท่อเหล็กกล้าคาร์บอน t... D..... X 125 มม.จำนวน 1 ชิ้น การเชื่อมรอยต่อตัวที (T - Joint) ท่าตั้งเชื่อมขึ้น (PH) เทคนิคการบังคับหัวเชื่อม เทคนิคการต่อรอยเชื่อม เทคนิคการเชื่อมชั้นเชื่อมเดียว (Single layer) การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของรอยเชื่อม โดยมีคุณภาพของรอยเชื่อมระดับ B Class ตามมาตรฐาน ISO 5817

แบบทดสอบ งานเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ ระดับ1

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย X ลงในกะดำษคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. เหตุการณ์เกือบเกิดอุบัติเหตุ (Near Miss) หมายถึงข้อใด

ก. เหตุการณ์ที่ไม่มีเจตนาให้เกิด

ข. เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงาน แต่ยังไม่ เกิดการบาดเจ็บ

ค. เหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ที่จะให้เกิดขึ้น

ง. ถูกทุกข้อ

2. ข้อดีของกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือโดยใช้ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ คือ

ก. เชื่อมไม่ต้องหยุดเพื่อเปลี่ยนลวด

ข. การเชื่อมแบบสิ้นเปลือง

ค. เปลี่ยนลวดเชื่อมต้องเคาะสแลกออกก่อนทุกครั้ง

ง. เชื่อมเชื่อมได้ในทุกตำแหน่งท่าเชื่อม

3. การต่อขั้วของเครื่องเชื่อมกระแสตรง DC ถ้าต่อแบบ DCEP ลวดเชื่อมจะต่อที่ขั้วใด

ก. ลวดเชื่อมเป็นขั้วลบ และชิ้นงานเป็นขั้วบวก

ข. ลวดเชื่อมเป็นขั้วบวก และชิ้นงานเป็นขั้วลบ

ค. ลวดเชื่อมเป็นขั้วบวก และชิ้นงานเป็นขั้วบวก

ง. ลวดเชื่อมเป็นขั้วลบ และชิ้นงานเป็นขั้วลบ

4. ประสิทธิภาพของเครื่องเชื่อมที่ 20 % Duty Cycle at 160 Amp จากข้อมูลนี้หมายความว่าอย่างไร

ก. เชื่อมด้วยกระแสได้เกินกว่า 165 แอมแปร์

ข. เครื่องเชื่อมนี้เชื่อมได้ 160 Amp. 2 นาที พัก 8 นาที

ค. ทำงานได้ 4 นาที และต้องพัก 6 นาที

ง. ถูกทุกข้อ

5. การเลือกกระแสไฟเชื่อมจากผู้ผลิตลวดเชื่อมควรพิจารณาจากข้อใดจึงจะเหมาะสม

ก. ท่าเชื่อม

ข. ขนาดของลวดเชื่อม

ค. ทักษะช่างเชื่อม

ง. หัวหน้างาน

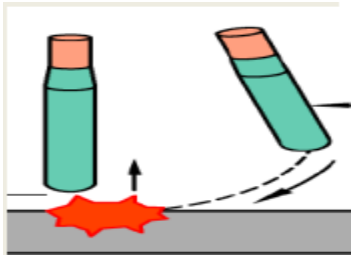
6. มาตราฐานอเมริกัน AWS ที่กำาหนดรหัสลวดเชื่อม “E7016” ตัวเลข **70** มีความหมายว่าอย่างไร

ก. ค่าความต้านทานแรงดึงต่าสุดอยู่ที่ 7000 ksi/mm

ข.ค่าความต้านทานแรงดึงต่าสุดอยู่ที่ 70000 ksi/mm

ค. ค่าความต้านทานแรงดึงต่าสุดอยู่ที่ 7000 ปอนด์/ตร.นิ้ว

ง. ค่าความต้านทานแรงดึงต่าสุดอยู่ที่ 70000 ปอนด์/ตร.นิ้ว



จำกรูปตอบคำถามข้อ 7

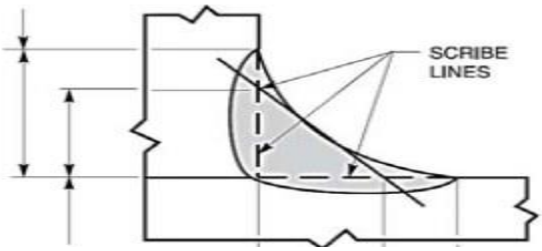
7. การเริ่มต้นเชื่อมในรูปด้านบนคือการเริ่มต้นแบบใด

ก. แบบเคราะ

ข. แบบเขี่ย

ค. แบบกระแทก

ง. ถูกทุกข้อ



จากรูปตอบข้อ 8

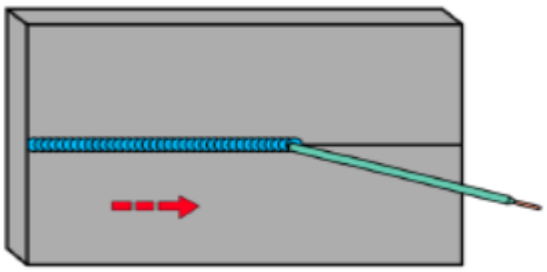
8. การเชื่อมรอยต่อตัวที ในรูปด้านบนลักษณะรอยเชื่อมต่อฉาก (fillet) คือการแบบใด

ก. แบบเว้า

ข. แบบนูน

ค. แบบฉาก

ง. ถูกทุกข้อ



จากรูปตอบข้อ 9

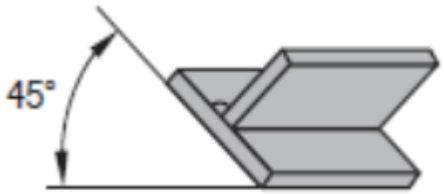
9. การเชื่อมรอยต่อชนบากร่อง ในรูปด้านบนตำแหน่งท่าเชื่อมตามมาตรฐานอเมริกัน (AWS) คือข้อใด

ก. ท่า 2G

ข. ท่า 2F

ค. ท่า 1G

ง. ท่า 1F



จากรูปตอบข้อ 10

10. การเชื่อมรอยต่อตัวที ในรูปด้านบนตำแหน่งท่าเชื่อมตามมาตรฐานอเมริกัน (AWS) คือข้อใด

ก. ท่า 2G

ข. ท่า 2F

ค. ท่า 1G

ง. ท่า 1F

11. ความไม่ต่อเนื่องในงานเชื่อมประเภทโพรงอากาศ(porosity) ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่การแก้ไขที่ถูกต้อง

ก. ทำความสะอาดบริเวณผิวงานที่จะทำการเชื่อม

ข. เพิ่มกระแสไฟให้สูงขึ้นมากๆ

ค. อบลวดเชื่อมตามที่มาตราฐานกำหนด

ง. อุ่นชิ้นงานที่จะเชื่อม

12. ปัจจัยที่นำมาพิจารณาในการเลือกเครื่องเชื่อมมีดังนี้

ก. กระแสเชื่อมที่ต้องการใช้

ข. งานที่ทำการเชื่อม

ค. ถูกทังข้อ ก และ ข

ง. ความพอใจ

13. เครื่องเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือที่ให้กระแสสลับ (AC) อย่างเดียวคือข้อใด

ก. แบบหม้อแปลง

ข. แบบเรียงกระแส

ค. แบบเครื่องยนต์

ง. แบบอินเวอร์เตอร์

14. มาตราฐานอเมริกัน AWS ที่กำาหนดรหัสลวดเชื่อม “E6016” ตัวเลข 3 มีความหมายว่าอย่างไร

ก. บอกชนิดฟลักซ์หุ้มแบบรูไทล์

ข. บอกตำแหน่งท่าเชื่อม เชื่อมได้ทุกท่า

ค. บอกชนิดรอยต่อ

ง. บอกถึงการต่อขั้วเชื่อมแบบกระแสตรง

15. มาตราฐานอเมริกัน AWS ที่กำาหนดรหัสลวดเชื่อม “E6016” ตัวเลข 1 มีความหมายว่าอย่างไร

ก. บอกชนิดฟลักซ์หุ้มแบบรูไทล์

ข. บอกตำแหน่งท่าเชื่อม เชื่อมได้ทุกท่า

ค. บอกชนิดรอยต่อ

ง. บอกถึงการต่อขั้วเชื่อมแบบกระแสตรง

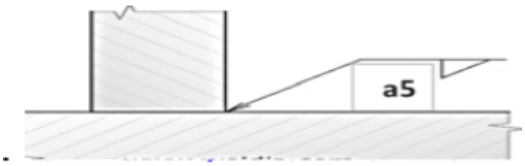
16. ลวดเชื่อมถ้าไม่ทำการอบเพื่อไล่ความชื้นก่อนนำมาเชื่อมจะมีผลเสียอย่างไร

ก. เกิดการหลอมลึกไม่สมบูรณ์

ข. เกิดรอยกัดแหว่งขอบแนวเชื่อม

ค. โพลงอากาศ

ง. ถูกทุกข้อ



จากรูปตอบข้อ 17

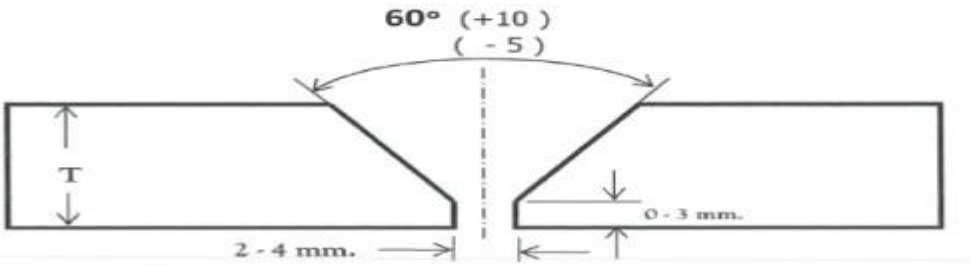
17. a5 มีความหมายว่าอย่างไร

ก. คอแนวเชื่อ 5 มม.

ข. ขาแนวเชื่อม 5 มม.

ค. ความนูนแนวเชื่อม 5 มม.

ง. ถูกทุกข้อ



จากรูปตอบข้อ 18

18. ขนาด 2-4mm. มีความหมายว่าอย่างไร

ก. คอแนวเชื่อ 2-4 mm

. ข. ระยะห่างของชิ้นงาน 2-4 mm.

ค. ความนูนแนวเชื่อม 2-4 มม.

ง. ถูกทุกข้อ

19. มุมบากของรอยต่อ (Bevel Angle) ของชิ้นงานกี่องศา

ก. 60 องศา

ข. 30 องศา

ค. 70 องศา

ง. 55 องศา

20. ความไม่ต่อเนื่องในงานเชื่อมประเภทรอยกัดแหว่ง (undercut) ข้อใดต่อไปนี้คือการแก้ไขที่ถูกต้อง

ก. ตั้งมุมลวดเชื่อมให้ถูกต้อง

ข. ตั้งค่ากระแสไฟให้ให้เหมะสม

ค. อบลวดเชื่อมตามที่มาตราฐานกำหนด

ง. ถูกทุกข้อ

ชื่อ _____

นามสกุล

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

ชื่อ _____

นามสกุล

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

ชื่อ _____

นามสกุล

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

ชื่อ _____

นามสกุล

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

ให้ใส่คำตอบในกระดาษคำตอบเท่านั้น

เฉลย

1 ก
2 ก
3 ข
4 ข
5 ข
6 ง
7 ก
8 ก
9 ข
10 ก
11 ข
12 ค
13 ง
14 ง
15 ก
16 ค
17 ค
18 ง
19 ข
20 ง