รายงานผลการศึกษาด้วยตนเอง

เรื่อง ช่างเชื่อมแม๊ก (เหล็กหนารอยต่อตัวที)เพื่อการทดสอบมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ ระดับ ๑

MAG Welding Level 1 (Thick plate Fillet Joint)

โดย นายวีระเดช สมศรีนวล

ตำแหน่ง ครูฝึกฝีมือแรงงาน ระดับ ช ๓

สำนักงานพัฒนาฝีมือแรงงานเลย

กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน

กระทรวงแรงงาน

รายงานผลการศึกษาด้วยตนเอง

เรื่อง ช่างเชื่อมแม็ก (เหล็กหนารอยต่อตัวที)เพื่อการทดสอบมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ ระดับ ๑

MAG Welding Level 1 (Thick plate Fillet Joint)

โดย นายวีระเดช สมศรีนวล

ตำแหน่ง ครูฝึกฝีมือแรงงาน ระดับ ช ๓

สำนักงานพัฒนาฝีมือแรงงานเลย

กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน

กระทรวงแรงงาน

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
ความปลอดภัยในการทำงาน	2
การใช้และการบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์การเชื่อม	4
สัญลักษณ์งานเชื่อม	32
ข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม	42
ฝึกปฏิบัติเชื่อมต่อตัวที ท่าเหนือศีรษะ (PD/4F)	43
ฝึกปฏิบัติเชื่อมต่อตัวที ท่อหน้าแปลนท่าตั้งเชื่อมขึ้น (PH/5F)	44
เอกสารอ้างอิง	45
ข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม	46
แบบฝึกปฏิบัติเชื่อมต่อตัวที ท่าเหนือศีรษะ (PD/4F)	47
แบบฝึกปฏิบัติเชื่อมต่อตัวที ท่อหน้าแปลนท่าตั้งเชื่อมขึ้น (PH/5F)	48

รายงานผลการศึกษาด้วยตนเอง

หลักสูตรการฝึกอบรม
ช่างเชื่อมแม็ก(เหล็กหนารอยต่อตัวที)เพื่อการทดสอบมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ ระดับ1
MAG Welding Level 1 (Thick plate Fillet Joint)

๑. หลักการและเหตุผล

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

ในการปฏิบัติด้านการฝึกอบรมและการทดสอบมาตรฐานฝีมือแรงงาน เมื่อดำเนินการแล้วเสร็จจะต้องมีทักษะฝีมือที่เพิ่มขึ้น สามารถเชื่อมแม็ก ชิ้นงานเหล็ก รอยต่อตัวที ท่าเหนือศีรษะ (PD/๔F) และท่อหน้าแปลนท่าตั้งเชื่อมขึ้น (PH/๕F-up) ความหนาตั้งแต่น้อยกว่า ๖ มม.ขึ้นไป

การฝึกอบรมผู้รับการฝึกจะได้รับการฝึกทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติโดยหน่วยฝึกอบรม เป็นเวลา ๓๐ ชั่วโมง ผู้ศึกษาเห็นว่าการเรียนรู้ในหลักสูตรดังกล่าวมีประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองอีกทั้งยังช่วยการปฏิบัติงานให้เกิดความคล่องตัวและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

๒. วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความรู้ ทักษะ และมีความพร้อมทั้งร่างกาย จิตใจ ตลอดจนมีทัศนคติที่ดีต่อการประกอบอาชีพและสามารถปฏิบัติงานได้ดังนี้

๒.๑ เพื่อให้ผู้รับการฝึกเข้าใจหลักการพื้นฐานของการเชื่อมแม็ก เหล็กหนารอยต่อตัวที

๒.๒เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถเชื่อมแม็ก เหล็กหนา รอยต่อตัวที ได้อย่างถูกต้อง

๒.๓เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถนำความรู้ หรือทักษะไปใช้ในการปฏิบัติงานหรือพัฒนางานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

๓. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

๓.๑ ผู้รับการฝึกสามารถเชื่อมแม็ก ชิ้นงานเหล็ก รอยต่อตัวที ท่าเหนือศีรษะ(PD/๔F)

๓.๒ ผู้รับการฝึกสามารถเชื่อมแม็ก ชิ้นงานเหล็ก ท่อหน้าแปลน ท่าตั้งเชื่อมขึ้น (PH/๕F-up) ความหนาตั้งแต่ ๖ มม.

๓.๓ ผู้รับการฝึกสามารถพัฒนาตัวเองให้ได้ถึงระดับ ๒ ระดับ ๓ ต่อไป

๔. ขอบเขตการศึกษา

๔.๑ ศึกษาด้วยตนเองและได้รับคำแนะนำจากหัวหน้าฝ่ายมาตรฐานในการจัดทำเรื่องการทำ Power Point การทำสื่อคู่มือฝึกอบรม

๔.๒ ศึกษาเรื่องความปลอดภัยในงานเชื่อมเพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึก รู้และเข้าใจอันตรายที่จะเกิดขึ้นในงานเชื่อม และแนวทางป้องกันศึกษาเกี่ยวกับอันตรายที่จะเกิดขึ้นในขณะทำการเชื่อม เช่น อันตรายจากไฟฟ้าดูด รังสี เสียงความร้อน ควันจากการเผาไหม้ สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ และแนวทางการป้องกัน

๔.๓ ศึกษาเรื่องหลักการการใช้และการบำรุงรักษาเครื่องมืออุปกรณ์การเชื่อม เพื่อให้ผู้รับการฝึกอธิบายหลักการเชื่อมแม็ก และอุปกรณ์การเชื่อมได้อย่างถูกต้อง ของเครื่องมืองานเชื่อม เทคนิคการใช้งาน ข้อควรระวัง และการบำรุงรักษาเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อม การใช้เครื่องเชื่อม การติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบเครื่องเชื่อม

๔.๔ ศึกษาชนิดของเครื่องเชื่อม เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความเข้าใจ เกี่ยวกับการใช้งานเครื่องมือในงานเชื่อมได้อย่างถูกต้องวงจรไฟฟ้าในเครื่องเชื่อม ขั้นตอนการทำงานของเครื่องเชื่อมและอุปกรณ์ การติดตั้งเครื่องเชื่อมวัฏจักรการทำงานของเครื่องเชื่อม สายเชื่อม สายดิน หัวเชื่อม เครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบต่างๆ

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

๔.๖ การฝึกปฏิบัติเชื่อมต่อตัวที ท่าเหนือศีรษะ (PD/๔F) เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความเข้าใจและสามารถปฏิบัติการเชื่อมแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำรอยต่อตัวที (T - Joint) ท่าเหนือศีรษะ (PD) ได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ ฝึกปฏิบัติการเตรียมชิ้นงาน การเชื่อมประกอบชิ้นงาน การเตรียมเครื่องเชื่อมและอุปกรณ์ การจัดมุมของ Nozzle ปฏิบัติการเชื่อมยึด (TACKS) ชิ้นงาน การเชื่อมต่อตัวทีท่าเหนือศีรษะ (PD/4F) โดยการเชื่อมซ้อนแนว การแก้ไขการหดและขยายตัวของชิ้นงานที่ถูกต้อง การจัดมุมลวดของการเชื่อม กระแสไฟ 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 การปรับอัตราการไหลของแก๊สปกป้อง การเชื่อมรอยต่อตัวที (T - Joint) ท่าตั้งเชื่อมขึ้น (PH) เทคนิคการบังคับหัวเชื่อม เทคนิคการต่อรอยเชื่อม เทคนิคการเชื่อม ๒ ชั้นการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของรอยเชื่อม โดยมีคุณภาพของรอยเชื่อมระดับ B Class ตามมาตรฐาน ISO ๕๘๑๗

๕. ผลการศึกษา

๕.๑ ความปลอดภัยในการเชื่อม(Welding Safety)

ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับการเชื่อม นับเป็นความสำคัญอย่างยิ่งเพราะฉะนั้นผู้เชื่อมต้องทำการศึกษาและหาทางป้องกันในเรื่องอันตรายที่จะเกิดจากกระบวนการเชื่อมต่างๆ ผู้ที่ทำงานโดยไม่คำนึงถึงควาปลอดภัยมักจะประสบกับอุบัติเหตุเสมอ ซึ่งบางครั้งอาจรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิต หรือไม่ก็ ทรัพย์สมบัติเสียหาย ซึ่งนับเป็นการสูญเสียทั้งเงินและเวลาอันตรายจากการเชื่อมมีหลายอย่าง ซึ่งเราพอจะสรุปออกมาได้เป็นหัวข้อดังนี้

๑.อันตรายที่เกิดจากไฟฟ้าดูด

โดยปกติแล้วมีข้อควรระวัง และหาทางป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าดูดมากมาย สิ่งแรกที่ควรคำนึงถึงคืออุปกรณ์ต่างๆ ที่จะใช้ในการเชื่อมนั้นอยู่ในสภาพที่ดี เรียบร้อย พร้อมใช้งาน และอุปกรณ์ต่างๆที่จะใช้ในการเชื่อมควรถูกต้อง และเป็นไปตามมาตรฐาน ขั้วต่อสายตำแหน่งต่างๆ แน่นดีเพียงไรและสาเหตุอันเกิดจากไฟฟ้านี้จะเป็นเหตุทำให้เครื่องมือ อุปกรณ์ชำรุดเสียหาย และเป็นอันตราย ต่อผู้ใช้ด้วย บริเวณที่ทำงานเชื่อมควรเป็นที่แห้งไม่ชื้นแฉะ ซึ่งทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร หรือดูดผู้ทำงานได้

๒.อันตรายที่เกิดจากการอาร์ก

กรรมวิธีการเชื่อมแบบต่างๆ จะทำให้เกิดแสงอุลตร้าไวโอเลต และแสงอินฟาเรดเป็นจำนวนมากมาย ผิวหนัง แม้จะโดนแสงดังกล่าว เป็นเวลาสั้นๆ ก็ตา แต่ก็ส่งผลทำให้ผิวหนังไหม้จนทำให้เกิดความเจ็บปวดได้อย่างมาก ทั้งนี้ผู้ทำงานเชื่อมควรสวมเสื้อหนังเพื่อป้องกัน ควรเป็นเสื้อหนังอย่างดี และไม่ติดไฟได้ง่าย ทั้งนี้ยังรวมไปถึงหมวก,ปลอกแขน,ไหล่,หน้าอกและท้องรวมทั้งถุงมือด้วย สิ่งที่ต้องคำนึงถึงอีกอย่างหนึ่งก็คือ ดวงตา ทั้งนี้ เพราะการป้องกันส่วนอื่นอย่างดี แต่ไม่ป้องกันดวงตาจะใช้หน้ากากอย่างเดียวย่อมไม่เพียงพอ ควรจะสวมแว่นตาป้องกันอีกชั้นหนึ่ง แสงอาร์กจากการเชื่อมจะทำให้เกิดการเจ็บปวดเป็นเวลา ๒๔-๔๘ ชั่วโมง ขึ้นไป และตอนนี้ก็ได้มีการคิดค้นหาทางป้องกันอยู่เสมอ โดยเฉพาะดวงตา แสงอินฟาเรดจะทำให้ “เรตินา” 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 ซึ่งเป็นจุดให้เกิดไฟไหม้และการระเบิดได้ ถ้าไม่หาทางป้องกันไว้ก่อน ฉะนั้นจึงควรมีอุปกรณ์ในการดับเพลิง ซึ่งได้แก่ น้ำยาเคมีดับเพลิงที่บริเวณรอบๆ โรงงาน และให้ง่ายต่อการหยิบใช้ และควรมีการตรวจตราอยู่เสมอให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน อีกสิ่งหนึ่งที่ผู้เชื่อมควรคำนึงให้มากก็คือ การเชื่อมถังที่เคยบรรจุเชื้อเพลิงไว้ ซึ่งอาจเป็นเหตุทำให้เกิดไฟ และการระเบิดได้ฉะนั้นผู้ทำงานเชื่อมด้านนี้จึงควรคำนึงถึงและแน่ใจว่าจะไม่เกิดอันตรายขึ้นได้

๕.อันตรายที่เกิดขึ้นภายหลังการทำความสะอาดงานเชื่อมและอื่นๆ

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

๕.๒ ศึกษาเรื่องหลักการเชื่อมแม็กและอุปกรณ์การเชื่อม

การเชื่อม MIG/MAG เป็นกระบวนการเชื่อมที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน บางครั้งสามารถนำมาทดแทนการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ที่สามารถเชื่อมโลหะต่าง ๆ ได้หลายชนิด ขบวนการเชื่อม MIG/MAG ที่ได้พัฒนาไปอย่างไม่หยุดยั้งทำให้สามารถเชื่อมได้ทั้งชนิดที่ควบคุมการเชื่อมด้วยมือและด้วยระบบอัตโนมัติ การเชื่อม MIG/MAG เป็นขบวนการเชื่อมที่ได้จากความร้อนจากอาร์คระหว่างลวดเชื่อม (Consumable electrode) กับชิ้นงาน สำหรับลวดเชื่อมที่ใช้เป็นลวดเชื่อมเปลือยแข็ง ที่ส่งป้อนอย่างต่อเนื่องไปยังบริเวณอาร์กและทำหน้าที่เป็นโลหะเติมลงยังบ่อหลอมละลาย บริเวณบ่อหลอมละลายจะถูกปกคลุมไว้ด้วยแก๊สปกป้อง ไม่ให้เกิดการรวมตัวกับอากาศ วิธีการเชื่อมอาจใช้วิธีอัตโนมัติหรือกึ่งอัตโนมัติ แต่วิธีกึ่งอัตโนมัติเป็นวิธีที่ใช้กันมากที่สุด โดยใช้สำหรับเชื่อมซ่อมแซมชิ้นส่วนโลหะ ที่ชำรุดหรือประกอบชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน ซึ่งในระยะแรกนั้นคุณภาพแนวเชื่อมยังไม่ดีนัก ปัจจุบันเทคโนโลยีการเชื่อมได้ก้าวหน้าไปอีกมาก มีการปรับปรุงทั้งด้านกลวิธีการเชื่อม และคุณภาพของแนวเชื่อมนอกจากนั้นยังมีการคิดค้นกระบวนการเชื่อมที่แปลกใหม่อีกมากมาย อาทิเช่น การเชื่อมแบบทิก(TIG) การเชื่อมแบบใต้ฟลักซ์(SAW) การเชื่อมแบบพลาสม่า(PAW) และอื่น ๆ

กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะใช้แกสคลุมแบ่งออกเป็น 2 กระบวนการเชื่อม

๑. Metal Inert Gas (MIG) โดยนำแกสเฉื่อยมาเป็นแกสปกป้องบ่อหลอมและบริเวณเปลวอาร์ก แกสที่ใช้คือ อาร์กอน, ฮีเลี่ยม หรือกอาร์กอนผสมฮีเลี่ยม นิยมเชื่อมกับอะลูมิเนียม แมกนีเซียม

๒. Metal Active Gas (MAG) โดยนำแอคทิฟแกสมาเป็นแกสปกป้องบ่อหลอมและบริเวณเปลวอาร์กแกสที่ใช้คือ คาร์บอนไดออกไซด์,หรือกอาร์กอนผสมคาร์บอนไดออกไซ เป็นต้น นิยมเชื่อมกับ เหล็กคาร์บอน และสเตนเลส

ข้อดีของการเชื่อม MIG/MAG เมื่อเปรียบเทียบกับขบวนการด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

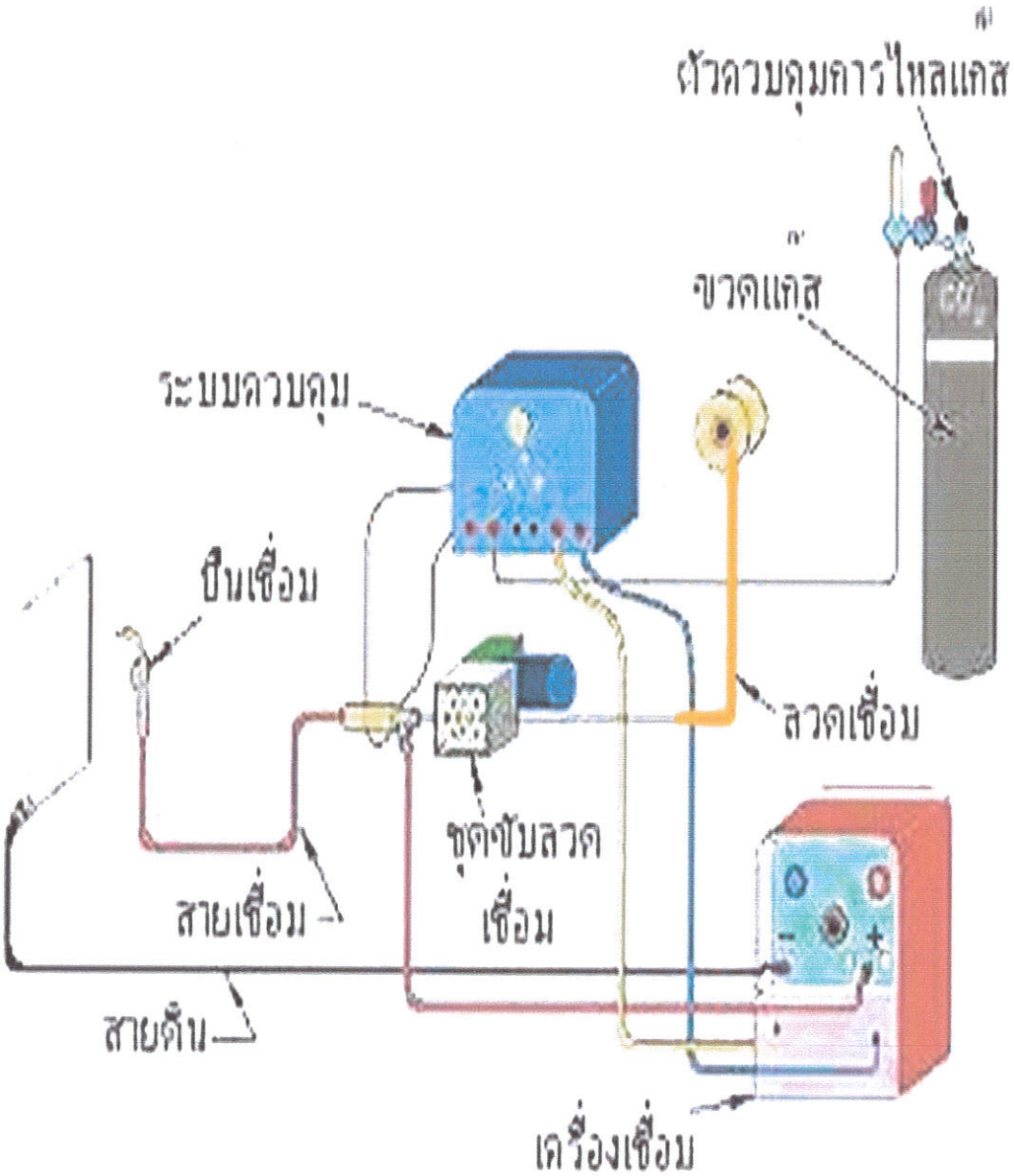
- ☐ สามารถเชื่อมได้ทุกท่า
- ☐ แนวเชื่อมไม่มีสแลคปกคลุม จึงไม่เสียเวลาในการเคาะสแลคออก
- ☐ การเชื่อมกระทำได้เร็วจึงประหยัดเวลาและลดต้นทุนการผลิต
- ☐ สามารถมองเห็นบ่อหลอมละลายของการเชื่อมได้อย่างชัดเจน
- ☐ งานเชื่อมมีการเสียรูปน้อย
- ☐ สามารถเชื่อมงานที่มีระยะห่างรอยต่อ (Root Opening) มาก ๆ ได้อย่างต่อเนื่อง
- ☐ ลวดเชื่อมเป็นม้วนยาว สามารถเชื่อมได้แนวยาวและไม่มีเศษปลายลวดเชื่อมที่ต้องทิ้งมากเหมือนการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

ข้อเสียของการเชื่อม MIG/MAG เมื่อเปรียบเทียบกับการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

- ☐ อุปกรณ์ซับซ้อนและไม่สะดวกต่อการเคลื่อนย้ายและมีราคาสูง
- ☐ ไม่สามารถเชื่อมในบริเวณจำกัดได้ เนื่องจากหัวเชื่อมต้องอยู่ใกล้กับเครื่องเชื่อมหรือแนวเชื่อม
- ☐ เหล็กที่สามารถชุบแข็งได้ เมื่อเชื่อมอาจทำให้แนวเชื่อมแตก เนื่องจากไม่มีสแลคปกคลุมแนวเชื่อมเพื่อช่วยลดอัตราเย็นตัว
- ☐ ไม่เหมาะกับงานสนามหรือภายนอกอาคาร เนื่องจากลมจะพัดเอาแก๊สปกคลุมออกจากบริเวณอาร์ค (ถ้าจะเชื่อมในสนามหรือภายนอกอาคาร ควรทำที่กำบังลมให้ดี ความเร็วลมห้ามเกิน 1.5 ม/วินาที)

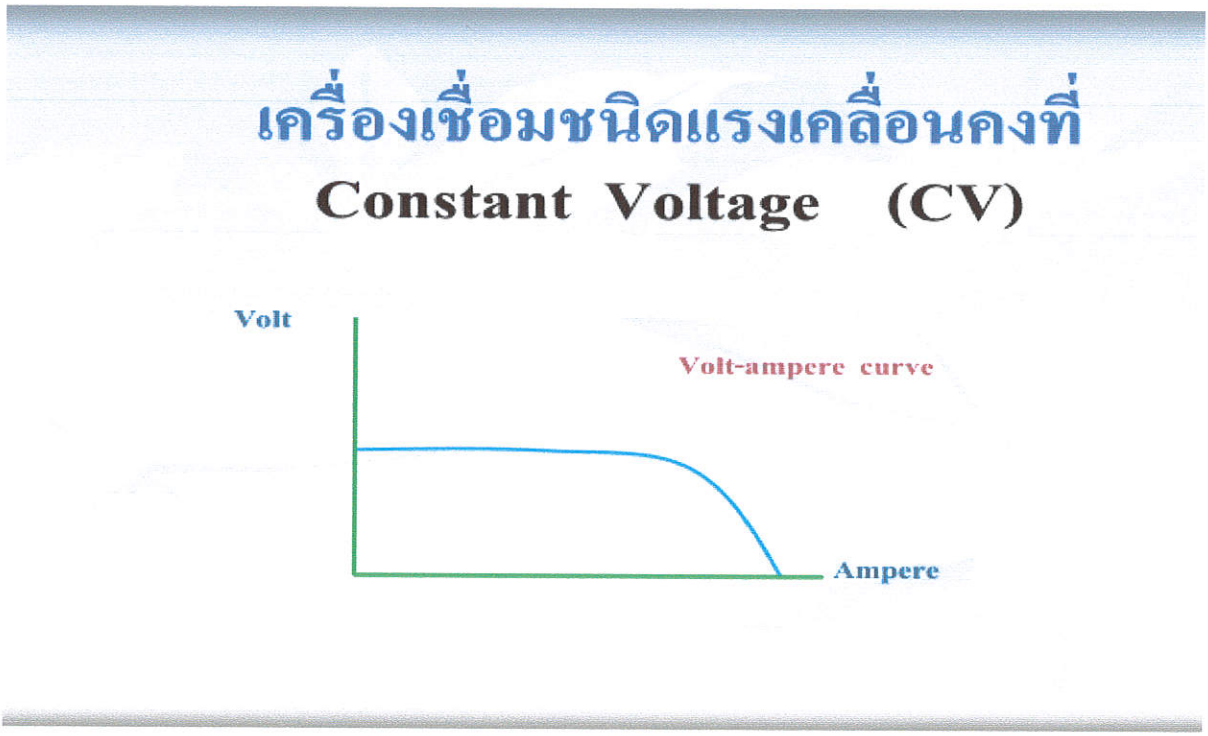
1. เครื่องมือที่ใช้ในการเชื่อม MIG/MAG การเชื่อม MIG/MAG จะเป็นการเชื่อมแบบกึ่งอัตโนมัตินิยมใช้มากในวงจรอุตสาหกรรมทั่ว ๆ ไป ซึ่งมีเครื่องมือและอุปกรณ์สำคัญ ดังแสดงให้เห็นในภาพซึ่งประกอบด้วย

- ☐ เครื่องเชื่อม (Welding machine)
- ☐ ระบบการป้อนลวดและระบบการควบคุม (Feed control and control systen)
- ☐ หัวเชื่อมและชุดสายประกอบการเชื่อม (Welding gun and Cable Assembly) ใช้เรียกเมื่อใช้กับการเชื่อมด้วยวิธีกึ่งอัตโนมัติ หรือ
- ☐ ทอร์ชเชื่อม (Welding Torch) ใช้เรียกเมื่อใช้กับการเชื่อมด้วยวิธีอัตโนมัติ
- ☐ ลวดเชื่อม (Electrode Wire) แก๊สปกคลุม (Shielding gas)



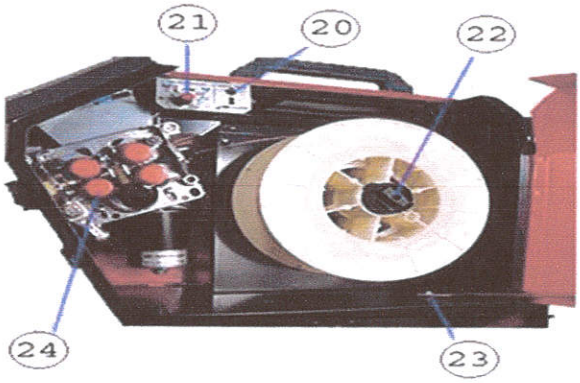
วงจรในระบบการเชื่อม MIG/MAG

2. เครื่องเชื่อม MIG/MAG เป็นเครื่องเชื่อมที่ใช้สำหรับเชื่อมกับลวดเชื่อมชนิดหมดเปลือง (Consumable Electrode) และเป็นเครื่องเชื่อมชนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าคงที่ (Constant Voltage) หรือ CV Type โดยมีเคิร์บของโวลท์ และแอมแปร์อยู่ในลักษณะราบโวล์ทเทจทางออก (Out Put Voltage) จะต้องคงที่ตลอดเวลา ไม่ว่ากระแสไฟจะเปลี่ยนแปลงไป ชนิดกระแสคงที่นี้ไม่มีตัวควบคุม หรือปรับ กระแส จึงไม่สามารถจะนำไปใช้ในการเชื่อมด้วยธูปเชื่อมธรรมดาได้ แรงดันวงจรเปิด (OCV : Open Circuit Voltage)โดยปกติอยู่ในช่วง 40-50 โวลท์และแรงเคลื่อนอาร์คประมาณ 35 โวลท์ เนื่องจากว่า Slope ของเชื่อมชนิดนี้ต่ำ กระแส (Out Put Current) ของเครื่องอาจถูกควบคุมด้วยโหลด (Load) ที่ป้อนเข้าไปและความเร็วของการป้อนลวดเชื่อม ปกติจะใช้ไฟกระแสตรงกลับขั้ว (DC+ , DCEP) เครื่องเชื่อมที่ใช้จะมีขนาดตั้งแต่ 50 แอมแปร์ จนถึง 400 แอมแปร์

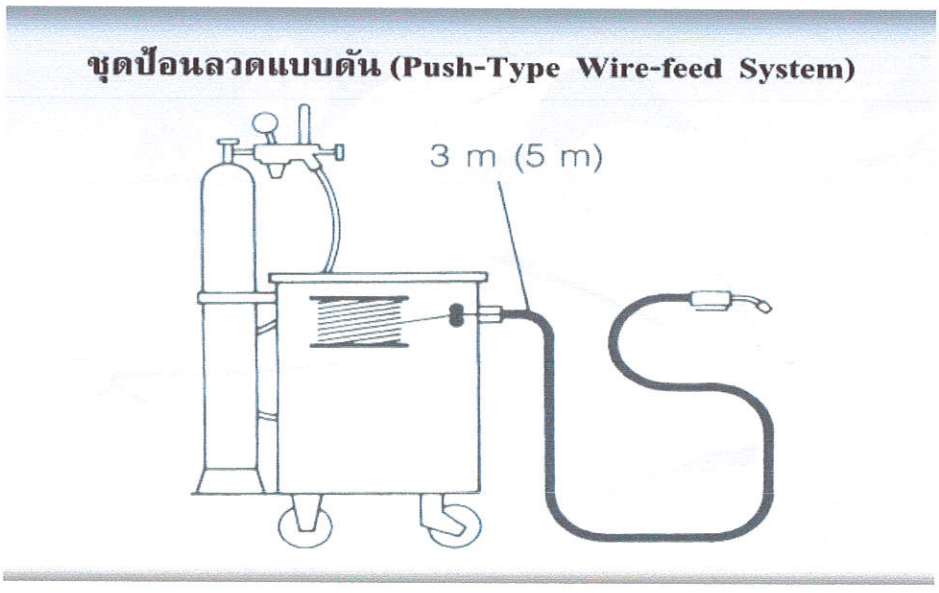


3. เครื่องป้อนลวดและระบบการควบคุม เครื่องป้อนลวดจะรวมอยู่ในชุดควบคุม ซึ่งต่อโดยตรงกับเครื่องเชื่อม ระบบการป้อนลวดเชื่อมต้องมีขนาดที่สัมพันธ์กันเพราะการเชื่อมด้วยระบบแรงเคลื่อนไฟฟ้าคงที่ (CV) นี้ อัตราการหลอมละลายของลวดเชื่อมกับกระแสไฟที่ใช้จะต้องสัมพันธ์กัน ในอัตราความเร็วของการป้อนลวดอันหนึ่ง เครื่องจะส่งกระแสขนาดพอดีอันหนึ่ง เพื่อรักษาการอาร์กให้คงที่อยู่ตลอดเวลา อัตราความเร็วในการป้อนลวดเชื่อมจะเป็นตัวกำหนดขนาดของกระแสไฟให้ไปยังการอาร์ค หรือในนัยหนึ่งคือ ตัวควบคุมความเร็วป้อนลวดเชื่อมจะเป็นตัวปรับกระแสไฟในการเชื่อม ระบบการเชื่อมด้วยแรงเคลื่อนไฟฟ้าคงที่ (CV) จึงเป็นระบบที่ควบคุมตัวเองได้ดี จะเป็นผลดีมากขึ้นเมื่อใช้กับลวดเชื่อมขนาดเล็ก

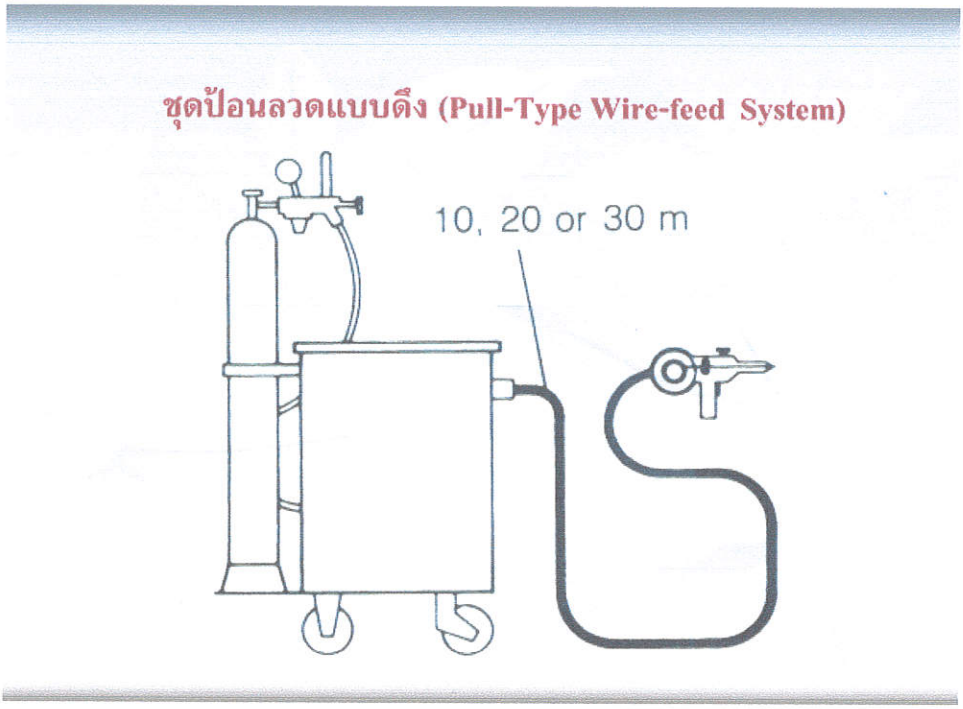
- ชุดเครื่องป้อนลวด จะประกอบไปด้วยมอเตอร์ สำหรับขับกลไกป้อนลวดจากขดลวดให้ออกสู่บริเวณหลอมละลายที่ปลายหัวเชื่อม ซึ่งสามารถเปลี่ยนใช้กับลวดแต่ละขนาดได้ในชุดควบคุมนี้จะมี Solenoids ควบคุมการไหลของแก๊สคลุม การอาร์ก และ น้ำระบายความร้อนที่หัวเชื่อมรวมอยู่ด้วย การป้อนลวดเชื่อม MIG/MAG สามารถกระทำได้หลายแบบได้แก่



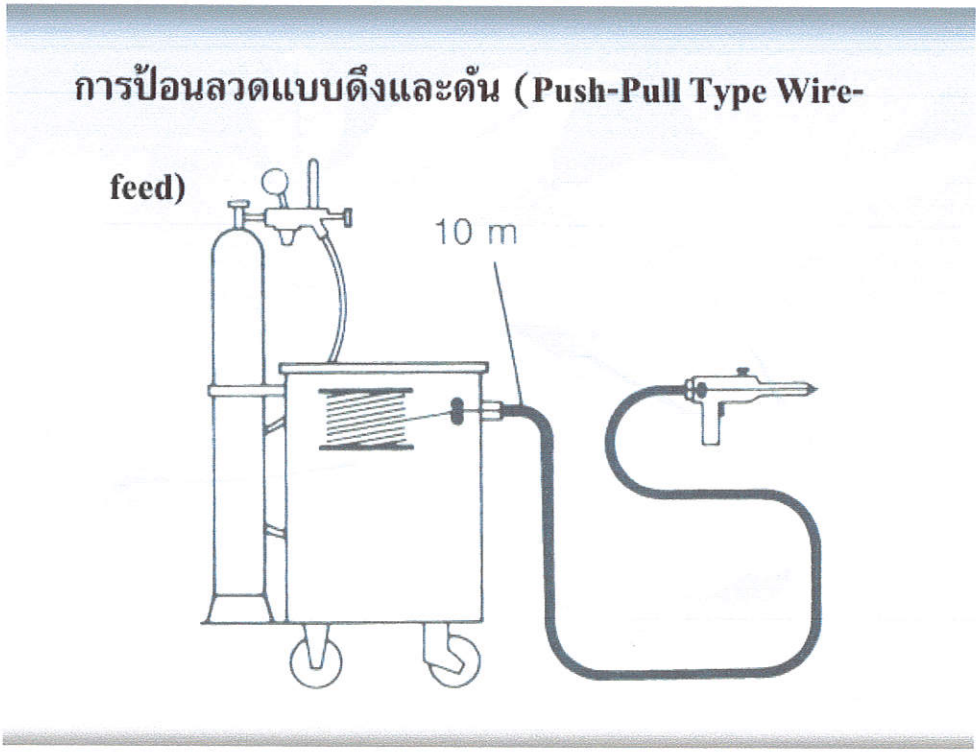
- ชุดป้อนลวดแบบดัน (Push -Type Wire – feed System) การป้อนลวดเชื่อม MIG/MAG โดยทั่วไปจะใช้แบบดัน โดยมีชุดเฟืองซึ่งอาจเป็นแบบ 2 ตัว หรือ 4 ตัว ที่ขับด้วยมอเตอร์ ทำหน้าที่ดึงลวดออกจากล้อพร้อมทั้งดันลวดเชื่อมสำหรับความยาวของสายเชื่อมที่ใช้กับลวดเชื่อมเหล็ก จะยาวไม่เกิน10ฟุต และยาวไม่เกิน 6 ฟุตทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของลวดเชื่อมที่สามารถทนต่อแรงดันโดยไม่โค้งงอ



- การป้อนลวดแบบดึง (Pull-Type Wire-feed System) การป้อนลวดแบบดึงเป็นการป้อนลวดแบบหนึ่ง โดยใช้หัวเชื่อมที่มีชุดป้อนลวดเชื่อมพร้อมมอเตอร์และล้อลวดเชื่อมที่มีขนาดเส้นผ่า ศูนย์กลางนอกนอก 4 นิ้ว ประกอบอยู่พร้อมภายในหัวเชื่อมกับการป้อนลวดเชื่อมชนิดแข็ง และยังเหมาะกับการเชื่อมงานที่มีเนื้อที่จำกัด



-ชุดป้อนลวดแบบดึงและดัน (Push-Pull Type Wire-feed) การป้อนลวดแบบดันและดึง เหมาะสำหรับลวดเชื่อมที่มีความแข็งแรงต่ำโดยระบบป้อนลวดเชื่อมแบบดัน จะมีการต่อไปควบคุมความเร็วของตัวป้อนลวดแบบดึงที่ติดตั้งอยู่อีกด้านหนึ่งใกล้กับล้อลวดเชื่อมแต่ความเร็วของตัวป้อนลวดเชื่อมทั้งสองนี้ต้องสัมพันธ์กันโดยใช้หลักการของแรงดึงในเส้นลวด



4. หัวเชื่อมหัวเชื่อม MIG/MAG แตกต่างจากหัวเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ เนื่องจากหัวเชื่อม MIG/MAG ต้องจ่ายแก๊สเพื่อปกคลุมบริเวณอาร์ก และเป็นทางผ่านของกระแสไฟ พร้อมกับลวดเชื่อมสู่บริเวณอาร์กโดยภายในของสายเชื่อมที่ลวดผ่านจะทำด้วยเหล็กสปริง ที่ม้วนขดเป็นท่อ และภายนอกจะหุ้มไว้ด้วยท่อพลาสติกลักษณะของหัวเชื่อมมีทั้งชนิด หัวตรงและหัวโค้ง

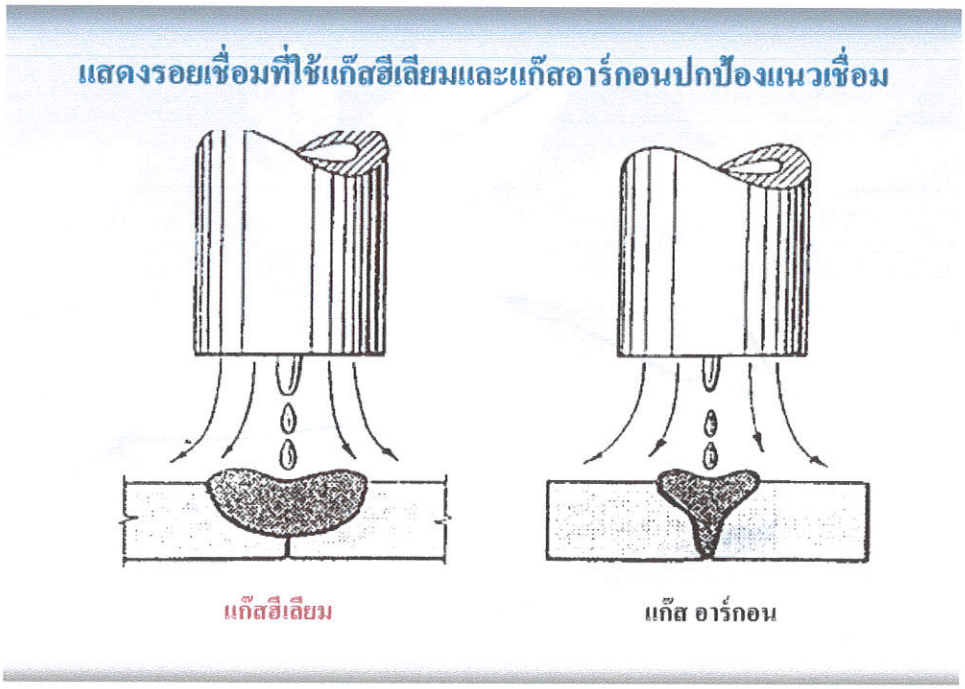
หัวเชื่อมประกอบด้วย

- **Nozzle** ทำด้วยทองแดงหรือทองแดงเบริลเลียม มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในระหว่าง 3/8 - 7/8 นิ้ว ขึ้นอยู่กับขนาดของหัวเชื่อม ทำหน้าที่ควบคุมให้แก๊สปกคลุมไหลออกเป็นลำเพื่อปกคลุมบริเวณอาร์ค
- **Contact tube** หรือ **Contact** ทำด้วยทองแดงผสมเป็นทางผ่านของลวดเชื่อมออกไปยัง **Nozzle** เป็นตัวจ่ายกระแสไฟเชื่อมให้กับลวดเชื่อม
- **Wire feed Contact** ทำด้วยเหล็กสปริงขดเป็นท่อเป็นทางผ่านของลวดเชื่อมจากม้วนไปยังหัวเชื่อม
- **Gas duct** เป็นท่อส่งแก๊สปกคลุมจากแหล่งจ่ายไปยังหัวเชื่อมหัวเชื่อมชนิดนี้มีไกสำหรับบังคับการเริ่มต้น และหยุดทำงานของการเชื่อมสำหรับหัวเชื่อมแบบหัวโค้งนี้เหมาะแก่การเชื่อมทุกท่าเชื่อม

5. แก๊สปกคลุม จะทำหน้าที่ปกคลุม บริเวณแนวเชื่อมและบ่อหลอมละลายเพื่อไม่ให้เกิดปฏิกริยาออกซิเดชั่น หรือสิ่งสกปรก จากบรรยากาศรอบๆ บริเวณแนวเชื่อม เช่น ออกซิเจน ไนโตรเจน และไอน้ำในอากาศ เพื่อที่จะให้แนวเชื่อมมีคุณภาพสูง แก๊สที่ใช้ปกคลุมในการเชื่อมแบบ GAMW นี้คือ แก๊สอาร์กอน ฮีเลียม หรือแก๊สผสมสำหรับการเชื่อมโลหะจำพวกที่ไม่ใช่เหล็ก ส่วนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) สำหรับการเชื่อมเหล็ก ส่วนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับแก๊สอาร์กอน หรือ กับแก๊สฮีเลี่ยม หรือแก๊สอาร์กอน ผสมแก๊สออกซิเจนเล็กน้อย สำหรับการเชื่อมเหล็กสแตนเลส คุณสมบัติของแก๊สแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน การนำไปใช้งานก็ขึ้นอยู่ลักษณะโลหะงานเชื่อม ท่าเชื่อม ความเร็วในการเชื่อม

(แก๊สอาร์กอน)

- ☐ เป็นแก๊สเฉื่อยที่นำความร้อนต่ำ เกิดเปลวอาร์กแคบและมีความเข้มสูงทำให้งานที่ได้รับพลังงานและความร้อนสูง แนวเชื่อมที่ได้จะแคบและซึมลึกดี
- ☐ ใช้เป็นแก๊สปกคลุมสำหรับการเชื่อม MIG
- ☐ ใช้ในการเชื่อมโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก และโลหะผสม เช่น อลูมิเนียม แมกนีเซียม อลูมิเนียมผสมกับแมกนีเซียมและทองแดง



(แก๊สฮีเลียม)

- ☐ เป็นแก๊สเฉื่อย น้ำหนักเบากว่าแก๊สอาร์กอน และการนำความร้อนดีกว่าแก๊สอาร์กอน
- ☐ เปลวอาร์กที่เกิดจากแก๊สฮีเลียมปกคลุม จะขยายวงกว้างและความเข้มข้นของการอาร์กจะต่ำกว่า
- ☐ แนวเชื่อมกว้าง และซึมลึกน้อยกว่าแก๊สอาร์กอน
- ☐ ใช้ในการเชื่อมโลหะที่ไม่ใช้เหล็ก เช่น อลูมิเนียม แมกนีเซียม และทองแดง ยังใช้ผสมกับแก๊สอื่นเพื่อใช้เป็นแก๊สปกคลุม

(แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

☐ ประกอบด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับออกซิเจน
☐ ไม่เป็นแก๊สเฉื่อยเหมือนกับแก๊สอาร์กอนและฮีเลียม
☐ เปลวอาร์กที่เกิดขึ้นจะกว้างกว่าการใช้แก๊สอาร์กอนแต่จะแคบกว่าการใช้แก๊สฮีเลียม
☐ แนวเชื่อมที่ปกคลุมด้วย CO_2 จะมีความกว้างปานกลางซึมลึกดีการหลอมละลายดี

(แก๊สผสมระหว่าง อาร์กอนกับฮีเลียม)

☐ มีคุณสมบัติดีในด้านการซึมลึกของรอยเชื่อมและความสม่ำเสมอของเปลวไฟ
☐ เหมาะกับการเชื่อมอะลูมิเนียมและโลหะผสมระหว่างทองแดงกับนิเกิล
☐ มีรูพรุนน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการใช้แก๊สอาร์กอนปกคลุมอย่างเดียว
☐ ให้เปลวที่มีเสียงดังน้อย

(แก๊สผสมระหว่าง อาร์กอนกับคาร์บอนไดออกไซด์)

☐ ให้เปลวไฟเชื่อมที่มีความสม่ำเสมอ
☐ ถ่ายเทโลหะจากลวดเชื่อมไปยังชิ้นงานได้ดี
☐ ลดการเกิดเม็ดโลหะ เมื่อใช้ในการเชื่อมเหล็กกล้าและเหล็กกล้าไร้สนิมบางชนิด
☐ เกิดบ่อหลอมละลายได้ดี ลดการเกิดอันเดอร์คัท (Undercut)
☐ มีราคาถูกเมื่อเทียบกับแก๊สชนิดอื่น ๆ

(แก๊สผสมระหว่าง อาร์กอน ฮีเลียมและคาร์บอนไดออกไซด์)

☐ ใช้มากในการเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติก
☐ การถ่ายเทโลหะแบบ Short Arc Welding รอยเชื่อมมีลักษณะแบนราบ

(แก๊สผสมระหว่าง อาร์กอนกับออกซิเจน)

☐ จะผสมออกซิเจนประมาณ 1-5 % ของปริมาตรแก๊สผสม
☐ จะช่วยให้การซึมลึกกินบริเวณกว้างกว่าเมื่อใช้แก๊สอาร์กอนอย่างเดียว
☐ ลดการเกิดอันเดอร์คัท (Undercut) เมื่อเชื่อมเหล็กกล้า
☐ ใช้มากกับงานเชื่อมโลหะผสมของอะลูมิเนียม เหล็กกล้าผสมต่ำ

(แก๊สอื่น ๆคลอรีน)

☐ ในการเชื่อมอะลูมิเนียม บางครั้งจะใช้แก๊สผสมระหว่างแก๊สคลอรีน (Chlorine) กับอาร์กอน เพราะจะช่วยลดการเกิดรูพรุนในรอยเชื่อม แต่อย่างไรก็ตามไม่ค่อยใช้แก๊สชนิดนี้มากนัก เนื่องจากแก๊สคลอรีนเป็นแก๊สพิษและมีคุณสมบัติในการกัดกร่อนสูง

(แก๊สอื่น ๆไนโตรเจน)

☐ จะใช้แก๊สไนโตรเจนบริสุทธิ์ก็ได้ หรือจะใช้ผสมกับอาร์กอนก็ได้

☐ จะใช้ในการเชื่อมทองแดง และโลหะผสมของทองแดง

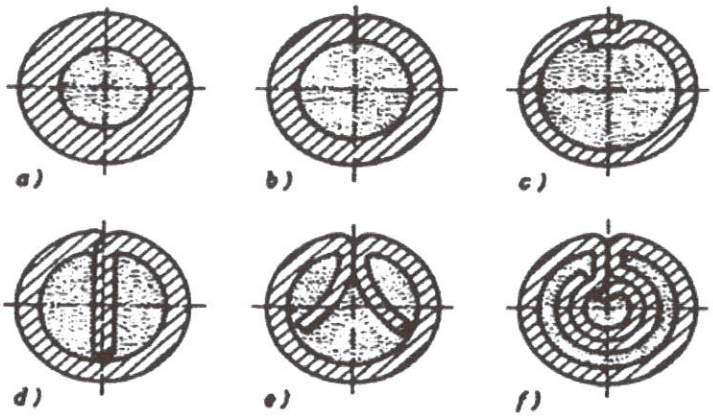
☐ อัตราส่วน อาร์กอน 70% ไนโตรเจน 30% จะช่วยให้เปลวไฟสม่ำเสมอและเรียบ

6. ลวดเชื่อม ลวดเชื่อมเป็นหัวใจสำคัญของการเชื่อม MIG/MAG ดังนั้นจึงต้องรู้จักเลือกใช้ลวดเชื่อมให้ถูกต้อง ลวดเชื่อมจะหลอมผ่านเปลวอาร์กไปยังบ่อหลอมละลายเกิดเป็นแนวเชื่อม ซึ่งลวดเชื่อมที่ผ่านเปลวอาร์กนั้น จะทำปฏิกิริยากับแก๊สปกคลุมจึงทำให้ส่วนผสมลวดเชื่อมเปลี่ยนไป ขนาดของลวดเชื่อมที่ใช้ขึ้นอยู่กับวิธีเชื่อมและท่าเชื่อมเป็นสำคัญ ลวดเชื่อมทั้งหมดจะมีลักษณะแข็งเปลือย เว้นแต่ลวดเชื่อมชนิดเหล็กคาร์บอนจะเคลือบผิวด้วยทองแดงเพื่อป้องกันสนิม ลวดเชื่อมสำหรับการเชื่อมแบบ GMAW นี้จะเตรียมไว้ในล้อที่สวมเข้ากับเครื่องได้พอดี ในการเลือกใช้ลวดเชื่อมต้องพิจารณาองค์ประกอบ คือส่วนผสมทางเคมีของชิ้นงานที่จะนำมาเชื่อม,คุณสมบัติเชิงกลของชิ้นงานที่จะนำมาเชื่อม,ชนิดของแก๊สปกคลุม,ชนิดของงานที่เชื่อมหรือข้อกำหนดการใช้งานชนิดของการออกแบบรอยต่อ

- ลวดเชื่อมมิกแม็กไส้ตัน (Solid MIG/MAG Electrodes)ลวดสำหรับการเชื่อมมิกแม็กปกติมีความแข็งแรงสูงกว่าลวดเหล็กกล้าละมุน เพราะมีผลมาจากการรีดเย็นและมีธาตุผสม ลวดเชื่อมที่มี ความแข็งสูงเป็นคุณสมบัติที่นำไปใช้ประโยชน์เพื่อให้ลวดเชื่อมป้อนผ่านท่อส่งลวดไปยังปืนเชื่อม และได้มีข้อกำหนดค่าความเค้นแรงดึงต่ำสุดขอเส้นลวดที่ตึงออกจากม้วนลวดไว้เท่ากับ 135,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งแตกต่างจากค่าความเค้นแรงดึงต่ำสุดของเนื้อเชื่อม (Weld Deposit)

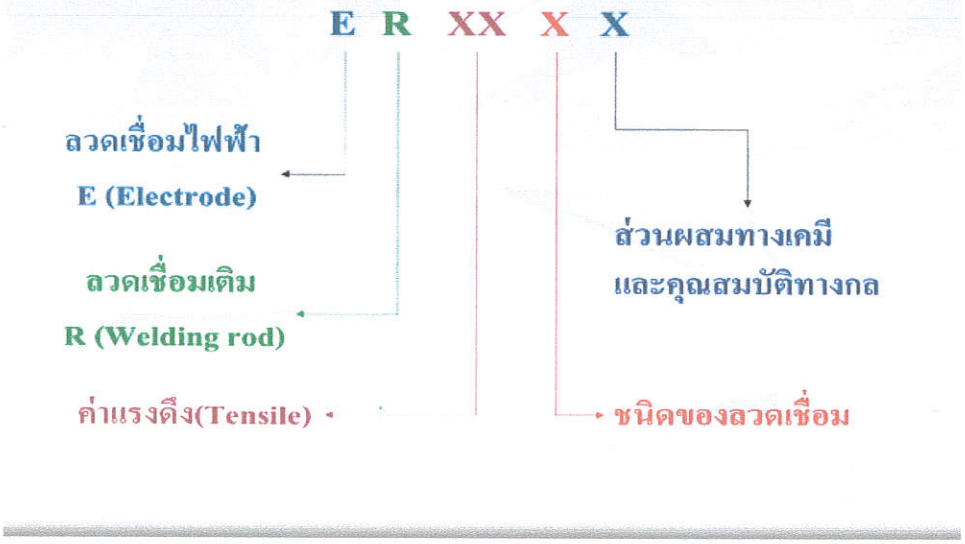
- **single-pass filler metals ใช้เชื่อมแผ่นชิ้นงานที่มีสนิมหรือความสกปรกอื่นๆ โดยใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแก๊สปกป้องรอยเชื่อม**
- **multipass filler metals ใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นแก๊สปกป้องรอยเชื่อม รอยเชื่อมที่ได้จะมีความอ่อนตัว (ductile) แต่มีกำลังต้านทานแรงกระแทก (impact strength) สูง ทั้งโลหะที่มีกำลังต้านทานแรงดึงสูงและต่ำ**
- **self-shielding filler metals กลุ่มนี้ไม่ต้องใช้แก๊สปกป้องรอยเชื่อมจากภายนอก เครื่องมือที่ใช้จึงเป็นแบบต่างๆ และมีประสิทธิภาพเหมาะสำหรับใช้กับระบบการผลิตจำนวนมาก (mass production) เช่น อุตสาหกรรมรถยนต์**

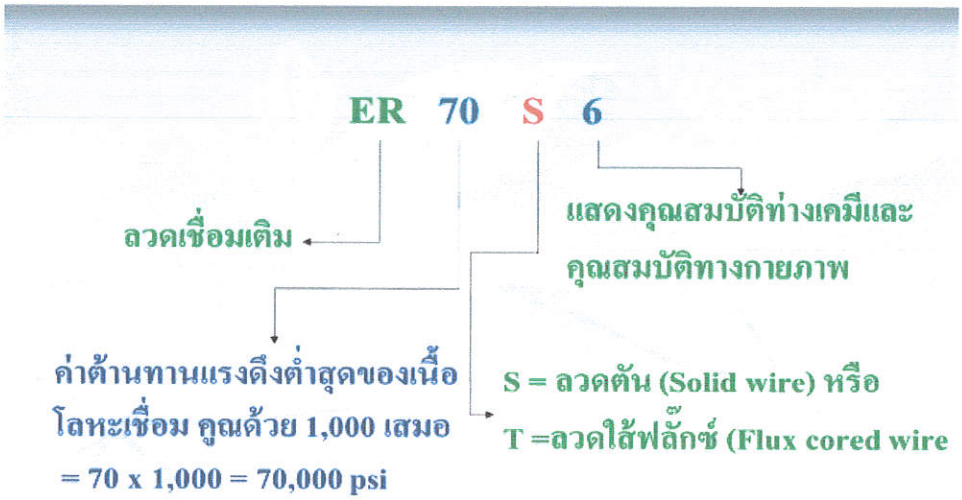
Flux-cored wire electrodes - typical cross sections



มาตรฐานและการใช้งานของลวดเชื่อม

AWS Specification	โลหะ
A 5.7	ทองแดงและทองแดงเจือ
A 5.9	เหล็กกล้าไร้สนิม
A 5.10	อะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมเจือ
A 5.14	นิเกิลและนิเกิลเจือ
A 5.16	ไทเทเนียมและไทเทเนียมเจือ
A 5.18	เหล็กกล้าคาร์บอน
A 5.19	แมกนีเซียมเจือ
A 5.24	เซอร์โครเนียมและเซอร์โครเนียมเจือ
A 5.28	เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ



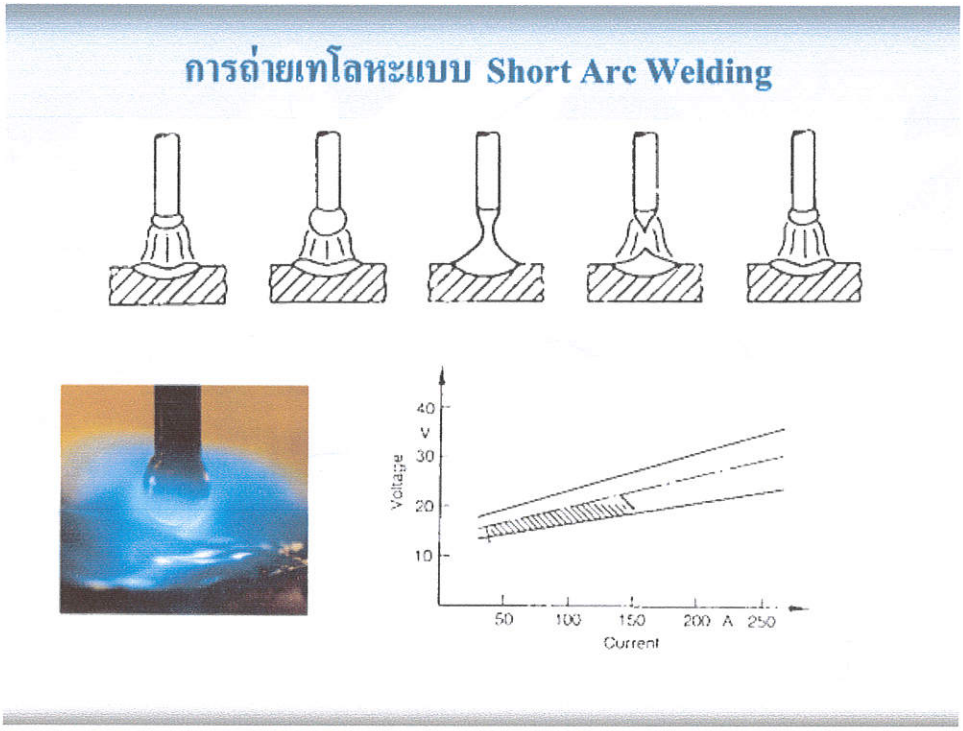


ตารางเปรียบเทียบลักษณะเฉพาะตัวของลวดเชื่อมชนิดต่างๆ ของขบวนการเชื่อม GMAW

ลักษณะเฉพาะตัว	ลวดเชื่อมชนิด SOLID WIRE	ลวดเชื่อมชนิด GAS-SHIELDED FLUX-CORED WIRE	ลวดเชื่อม SELF-SHIELDED FLUX-CORED WIRE
การซึมลึกของรอยเชื่อม	ตื้นถึงลึก	ปานกลางถึงลึก	ตื้นถึงปานกลาง
อัตราการเกิดเนื้อโลหะของรอยเชื่อม (DEPOSITION RATE)	ต่ำถึงสูง	ปานกลางถึงสูง	ปานกลางถึงสูง
ประสิทธิภาพของการเกิดเนื้อโลหะรอยเชื่อม (DEPOSITION EFFICIENCY	95 ถึง 98%	85 ถึง 92%	82 ถึง 87%
ความเป็นไปของไหลของบ่อโลหะหลอมเหลว (FLUIDITY OF PUDDLE)	เหนียวเป็นยางจนถึงเป็นของไหล (VISCOUS TO FLUID)	เป็นของไหล	เป็นของไหล
ความกว้างของรอยเชื่อม (BEAD WIDTH)	แคบ	กว้าง	กว้าง
รูปร่างของรอยเชื่อม (BEAD SHAPE)	นูน	แบนราบถึงนูน (FLAT TO CONVEX)	แบนราบถึงนูน
ขนาดของลวดเชื่อม	0.030" ถึง 0.125"	0.045" ถึง 5/32"	3/32" ถึง 5/32"
แก๊สปกป้องรอยเชื่อม			ไม่ใช้

7. การถ่ายเทโลหะ (Metal Transfer) การเชื่อม MIG/MAG เป็นขบวนการเชื่อมแบบสิ้นเปลืองลวดเชื่อม โดยลวดเชื่อมหลอมละลายเติมลงไปในแนวเชื่อม ซึ่งตัวป้อนลวดจะดึงลวดออกจากม้วนผ่านไปตามท่อที่อยู่ภายในสายหัวเชื่อมและจะไปยังจุดสุดท้ายที่ปลายหัวเชื่อม การที่ปลายลวดเชื่อมหลอมและเติมลงไปยังบ่อหลอมละลายนั้นเรียกว่า “ถ่ายเทโลหะ” (Metal transfer) ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายแบบเช่น Short arc, Spray arc, globular transfer, และpulse เป็นต้น ความแตกต่างของการถ่ายเทโลหะแต่ละชนิดนั้น ขึ้นอยู่กับกระแสไฟ, แรงเคลื่อนในการอาร์ก ขนาดลวดและชนิดของแก๊สปกคลุม

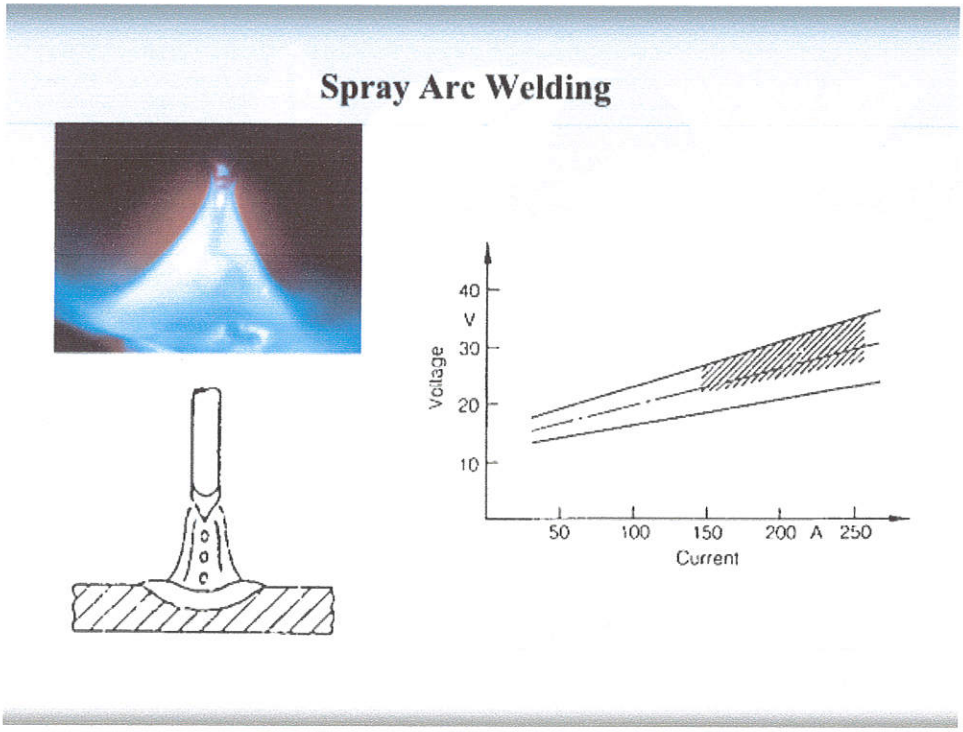
การถ่ายเทโลหะแบบ Short Arc Welding Short arc ใช้สำหรับการเชื่อมด้วยลวดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.6 มม. ถึง 1.2 มม. บางครั้งเรียกว่า Dip transfer, Micro-Wire โดยใช้แรงเคลื่อนและกระแสเชื่อมต่ำ แนวเชื่อมที่ได้จากการถ่ายเทโลหะแบบ Short arc จะเย็นตัวเร็ว, แนวเชื่อมเหล็ก และความเร็วในการถ่ายเทประมาณ 70-100 ครั้งต่อวินาที การถ่ายเทโลหะจะเกิดขึ้นใช้ช่วงที่ลวดเชื่อมสัมผัสกับบ่อหลอมละลาย



การใช้งาน

- ☐ การใช้งานใช้กระแสต่ำ
- ☐ ใช้แรงเคลื่อนต่ำ คือจะน้อยกว่า 20 โวลท์
- ☐ เชื่อมงานบางได้ดี
- ☐ เชื่อมแนวซึมลึกได้ดี (root passes)
- ☐ เชื่อมได้ทุกท่า
- ☐ เชื่อมได้ดีในท่า เหนือศีรษะ ,ท่าตั้งเชื่อมขึ้น ,ท่าตั้งเชื่อมลง , และท่าขนานนอน
- ☐ เชื่อมงานที่มีระยะห่างรอยต่อมากๆได้

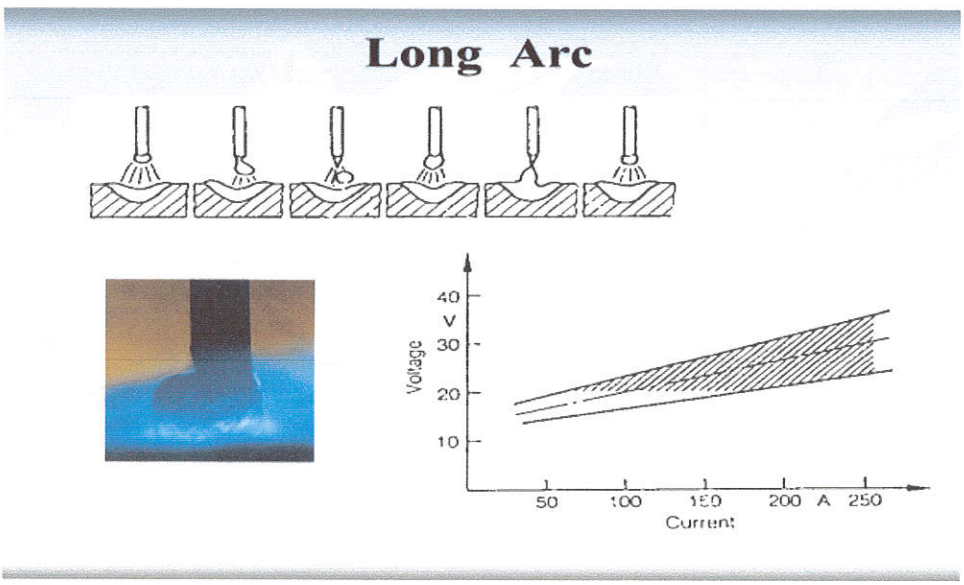
การถ่ายเทโลหะแบบ Spray Arc Welding การถ่ายเทโลหะแบบ Spray Arc Welding ซึ่งโลหะจากลวดเชื่อมจะกลายเป็นเม็ดเล็กถ่ายเทจากปลายลวดเชื่อมสู่ชิ้นงานด้วยแรง Electromagnetic Force ซึ่งจะมีเสียงดังแซ่ ๆ การที่ลวดเชื่อมหลอมละลายเป็นเม็ดเล็ก ๆ นั้นเนื่องมาจากการถ่ายเทโลหะที่ใช้กระแสเชื่อมและแรงเคลื่อนสูงกว่าแบบอื่นทั้งหมดปลายลวดเชื่อมกับชิ้นงานจะไม่มีโอกาสสัมผัสกันเลย เพราะความร้อนที่ได้รับสูงพอที่จะหลอมละลายลวดเชื่อมได้ทันที การถ่ายเทโลหะนี้จึงเรียบและเหมาะสมสำหรับเชื่อมงานที่มีอัตราการผลิตสูง ๆ ขนาดของเม็ดโลหะที่ถ่ายเทมีขนาดโตใกล้เคียงกับเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเชื่อม แนวเชื่อมที่ได้จึงสวย แต่การถ่ายเทโลหะแบบนี้มีข้อจำกัดคือ เชื่อมได้ที่เฉพาะท่าราบเท่านั้น แต่ถ้าจะใช้เชื่อมท่าอื่น ๆ ต้องควบคุมบ่อหลอมละลายของโลหะให้เล็ก



การใช้งาน

- ☐ การใช้งานใช้แรงเคลื่อนสูง คือมากกว่า 25 โวลท์
- ☐ ใช้กระแสในการเชื่อมสูง
- ☐ ใช้กับงานเชื่อมที่มีความหนาตั้งแต่ 2 มิลลิเมตร
- ☐ ใช้เชื่อมท่าฟิลเลท , ต่อชน ในท่าขนานนอนและท่าตั้งได้ดี
- ☐ เชื่อมแนวทับหน้าได้ดี (final passes)

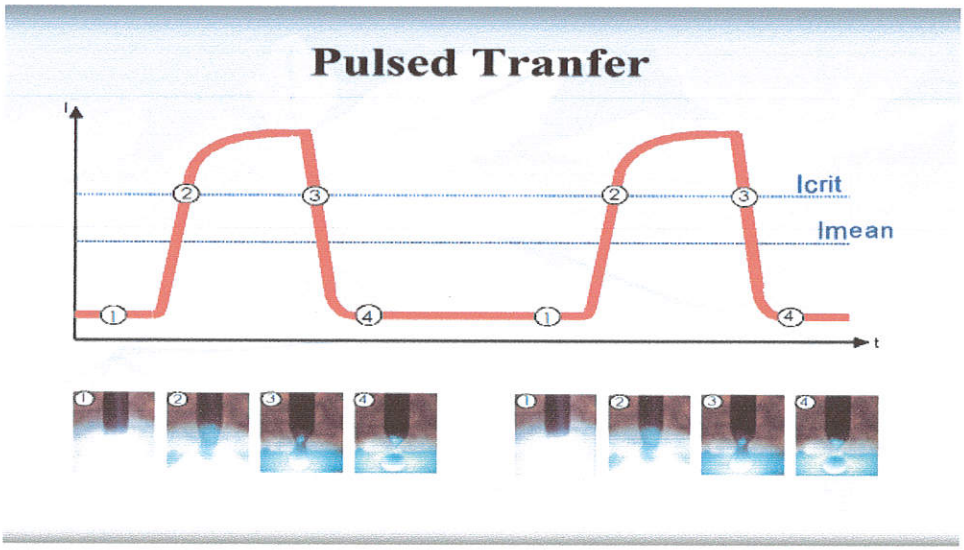
การถ่ายเทโลหะแบบ Long Arc การถ่ายเทโลหะแบบนี้เป็นลักษณะหนึ่งของ Spray arc โดยให้กระแสเชื่อมอยู่ในช่วงระหว่าง Spray are กับ Short arc ซึ่งจะทำให้ปลายลวดเชื่อมหลอมละลายก่อนที่จะสัมผัสกับชิ้นงาน แต่เนื่องจากความร้อนที่หลอมละลายปลายลวดเชื่อมนั้นต่ำ ซึ่งไม่สามารถทำให้น้ำโลหะที่หลอมละลายที่ปลายลวดเชื่อมนั้นพ่นออกสู่ชิ้นงานได้ จึงเพียงแต่หลอมรวมตัวอยู่ที่ปลายลวดเชื่อมเป็นก้อนโตกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเชื่อม และอาศัยน้ำหนักของมันเองตกลงสู่บ่อหลอมละลายของงานเชื่อม



การใช้งาน

- ☐ ใช้แรงเคลื่อนค่อนข้างสูง คือมากกว่า 20 โวลท์
- ☐ เชื่อมงานที่มีความหนามากกว่า 2 มิลลิเมตร หรือมากกว่า
- ☐ ใช้กับงานเชื่อมที่มีความหนาตั้งแต่ 2 มิลลิเมตร
- ☐ ใช้เชื่อมท่ารอยต่อฉาก , ต่อชน ในท่าขนานนอนและท่าตั้งได้ดี
- ☐ เชื่อมแนวทับหน้าได้ดี (final passes)

การถ่ายเทโลหะแบบ Pulsed Tranfer การถ่ายเทโลหะแบบ pulsed เป็นอีกลักษณะหนึ่งของSpray arc ซึ่งใช้รวมเอาข้อดีของ spray arc เข้าด้วยกันจะได้กระแสเชื่อมที่มีอยู่ระหว่างช่วงสูงและช่วงต่ำกระแสในช่วงต่ำจะมีค่าต่ำกว่า transition current ในขณะที่กระแสระดับสูงจะสูงกว่า transition current และยังเป็นช่วงที่ถ่ายเทโลหะจากปลายลวด



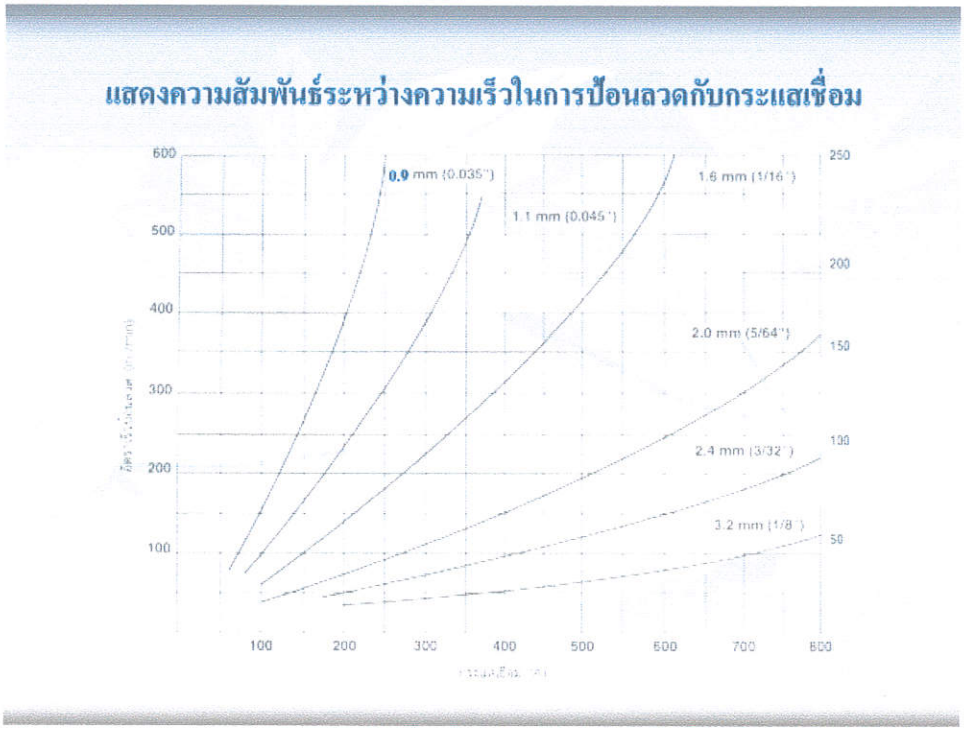
การเปรียบเทียบกระแสเชื่อม , แรงเคลื่อนและการนำไปใช้งาน ของการส่งถ่ายน้ำโลหะแบบต่าง ๆ

ชนิดการส่งถ่ายน้ำโลหะ	ขนาดแรงเคลื่อน (โวลท์)	กระแส (แอมป์)	การนำไปใช้งาน
Short Arc	13 - 23	60 - 210	เชื่อมวัสดุบาง , เชื่อมทุกท่าเชื่อม
Spray Transfer	20 - 40	200 - สูงกว่า	เชื่อมโลหะหนาให้อัตราการเติมลวดเชื่อมสูงเชื่อมได้ในท่าราบ,ท่าฟิลเลท ,ขนานนอนและท่าตั้ง
Long Arc	20 - 26	200 - 280	ให้อัตราการเติมลวดเชื่อมสูงกว่า Short Arc ให้ความร้อนต่ำกว่า Spray Arc
Pulse Arc	23 - 25	60 - 220	สำหรับเชื่อมโลหะบาง เช่น เหล็กกล้าละมุน , สเตนเลส , อลูมิเนียม ฯลฯ

7. เทคนิคในการเชื่อม MIG/MAG ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการคือ

- ☐ กระแสเชื่อม (Welding Current)
- ☐ ความยาวของลวดเชื่อมที่ยื่นออกจากหัวเชื่อม(Wire electrode extension)
- ☐ โวลเตจเชื่อม (Welding voltage)
- ☐ ความเร็วเชื่อม (Travel speed)

7.1. กระแสเชื่อมกระแสเชื่อมคือ กำลังไฟฟ้าที่เครื่องเชื่อมผลิตออกมา ซึ่งสามารถอ่านได้จากได้จากมิเตอร์ที่อยู่ติดกับเครื่องเชื่อมในการเชื่อม MIG/MAG กระแสเชื่อมจะสัมพันธ์โดยตรงกับความเร็วการป้อนลวด (ระยะปลายลวดที่โผล่ออกมาจากหัวเชื่อมคงที่) ถ้าป้อนเร็วกระแสเชื่อมที่ผลิตออกมาจะเพิ่มขึ้น แต่ถ้าป้อนช้ากระแสเชื่อมก็จะลดลงเช่นกัน



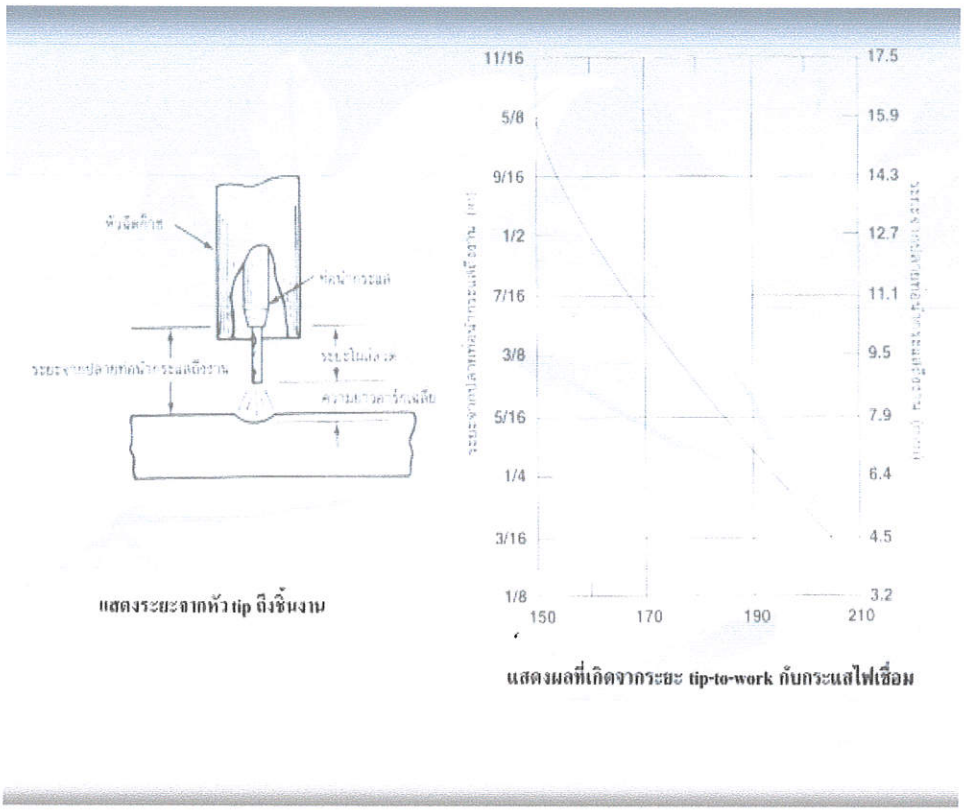
7.2 ความยาวของลวดเชื่อมที่ยื่นออกจากหัวเชื่อม ความยาวของลวดเชื่อมที่ยื่นออกจากหัวเชื่อม เรียกว่า Wire extension หรือ Stick out ก็คือระยะความยาวของลวดเชื่อมจากปลายสุดของ Contact tip (Contact tube, guide tube หรือ tipl จนถึงปลายสุดของลวดเชื่อม จากภาพ 1 และ 2 แสดงระยะของ Wire extension เป็นระยะที่ทำให้เกิดการอุ่นลวดเชื่อม ดังสูตรต่อไปนี้มี

ความร้อนที่เกิดจากการการต้านทาน = I2R

R = ความต้านทาน

I = Welding current

ระยะ Contact tip-to-work เป็นระยะที่มีผลต่อ Wire extension เป็นผลเสียต่อกระแสเชื่อมที่นำไปหลอมละลาย จากภาพที่ 10 จะเห็นว่าระยะ Tip-to-work เพิ่มขึ้นความร้อนที่เกิดจากความต้านทานของลวดเชื่อมในช่วงของ Wire Extension (I2R)



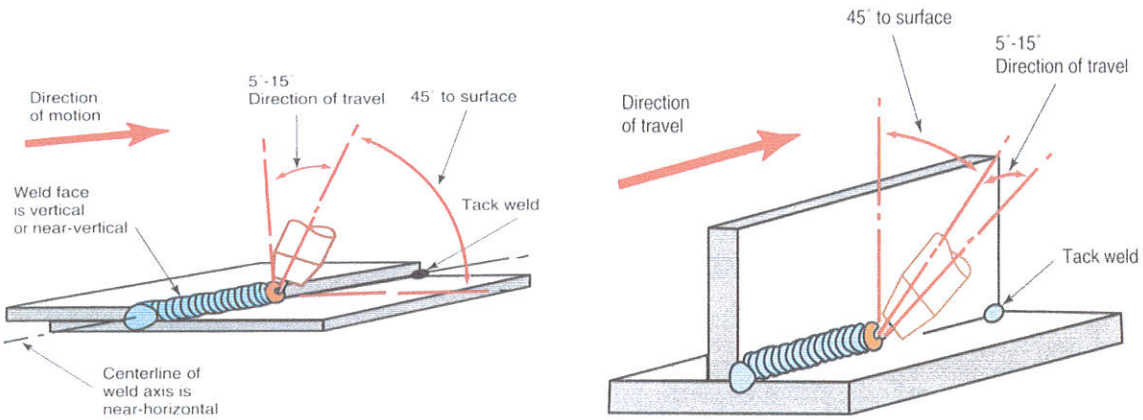
แสดงระยะจากหัว tip ถึงชิ้นงาน

แสดงผลที่เกิดจากระยะ tip-to-work กับกระแสไฟเชื่อม

7.3 แรงเชื่อมที่ใช้เชื่อม (Welding Voltage) สามารถตั้งได้เพื่อควบคุมระยะอาร์กโดยตรง ซึ่ง Welding Voltage มีความสัมพันธ์กับช่วงของกระแสเชื่อม

7.4 ความเร็วเชื่อม (Traval speed) หมายถึง ความเร็วในการเชื่อม มีหน่วยเป็นนิ้วหรือเมตร ต่อวินาทีต้องพิจารณาดังนี้ ชิ้นงานหนา ความเร็วในการเชื่อมจะต่ำเมื่อเชื่อมด้วยความเร็วสูง ควรให้กลวิธีการเชื่อม fore-hand

8. วิธีการเชื่อมจะต้องรู้ตำแหน่งของมุมกับรอยต่อ มุมของหัวเชื่อที่สำคัญได้แก่ มุมตามแนวยาว (Longitudinal angle: L. A) และมุมตามแนวขวาง (Transverse or head angle: T.A) ดังภาพ

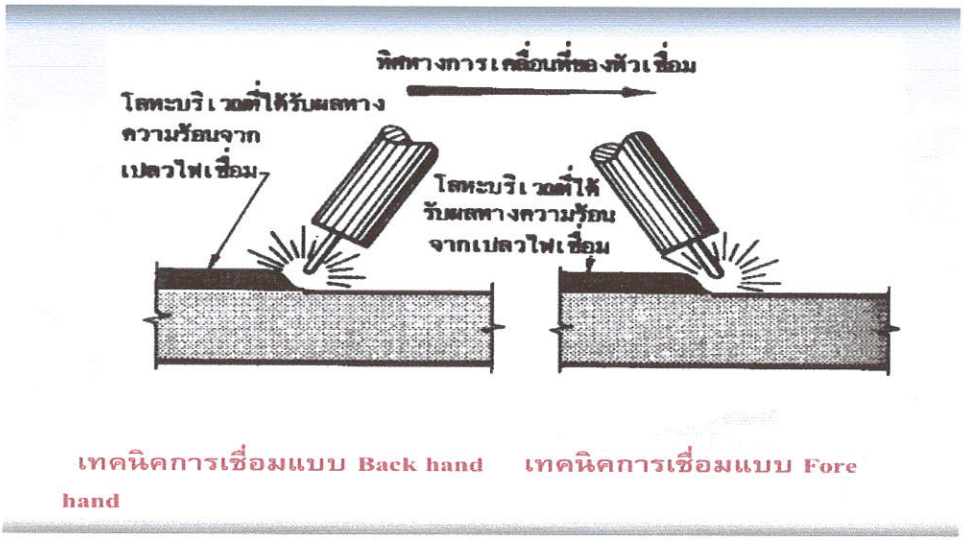


วิธีการเชื่อมมี 2 แบบ ได้แก่

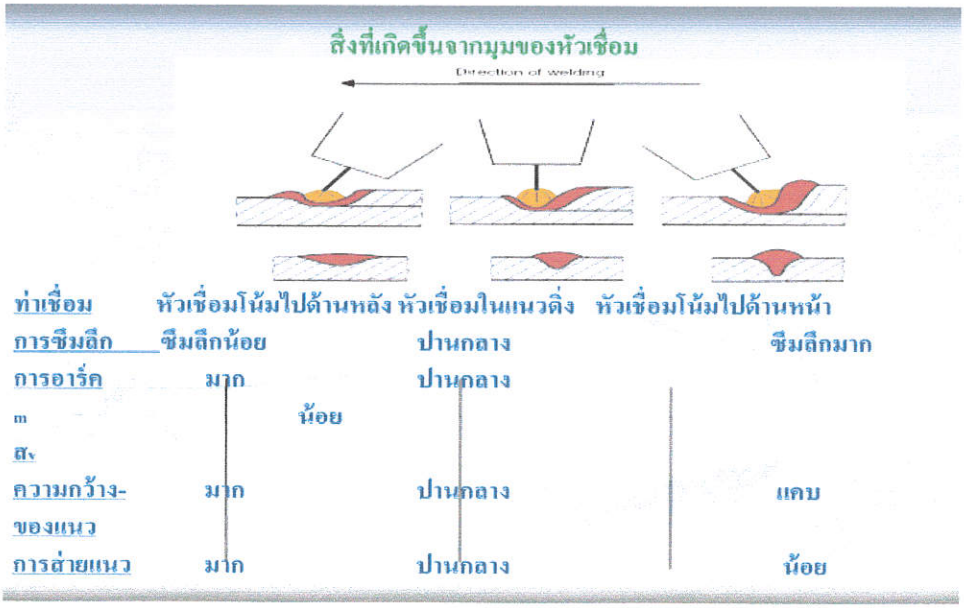
1. การเชื่อมแบบ Back hand หัวเชื่อมจะอยู่ในตำแหน่งที่ปลายปลายลวดชี้ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของลวดเชื่อม การเชื่อมแบบ Back hand ให้รอยเชื่อมที่มีความนูนสูง ทั้งในการเชื่อมในท่าราบและต่อตัวที เปลวเชื่อมจะดันลวดเชื่อมให้หลอมเหลวไปในทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ของลวดเชื่อม การเชื่อมแบบ Back hand จะมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น เมื่อใช้กับการเชื่อมแบบFluse-Cored wires และให้การอาร์คสม่ำเสมอมีเม็ดโลหะน้อย เหมาะกับงานเชื่อมที่มีความหนามากกว่า 3 มิลลิเมตร

2. การเชื่อมแบบ Fore hand เป็นการเชื่อมที่หัวเชื่อมอยู่ในตำแหน่งที่ปลายลวดเชื่อมชี้ไปในทิศทางเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของลวดเชื่อม เหมาะสำหรับการเชื่อมรอยต่อแนวยาว โดยใช้อัตราความเร็วในการเคลื่อนที่หัวเชื่อมสูง จะให้รอยเชื่อมที่แบนราบ และเหมาะกับงานเชื่อมที่มีความหนาน้อยกว่า 3 มิลลิเมตร

มุมของลวดเชื่อมเป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อการเชื่อมซึมลึก เมื่อหัวเชื่อมทำมุมไม่เหมาะสม ทำให้การซึมลึกไม่ดี ในการซึมลึกที่ดีที่สุดจะเกิดขึ้นที่จุดเพียงจุดเดียว ถ้าค่าความเร็วเชื่อมและโวล์ทเทจเชื่อมสูงไปหรือต่ำไปจะทำให้การซึมลึกน้อยลง



เทคนิคการเชื่อมแบบ Back hand เทคนิคการเชื่อมแบบ Fore hand

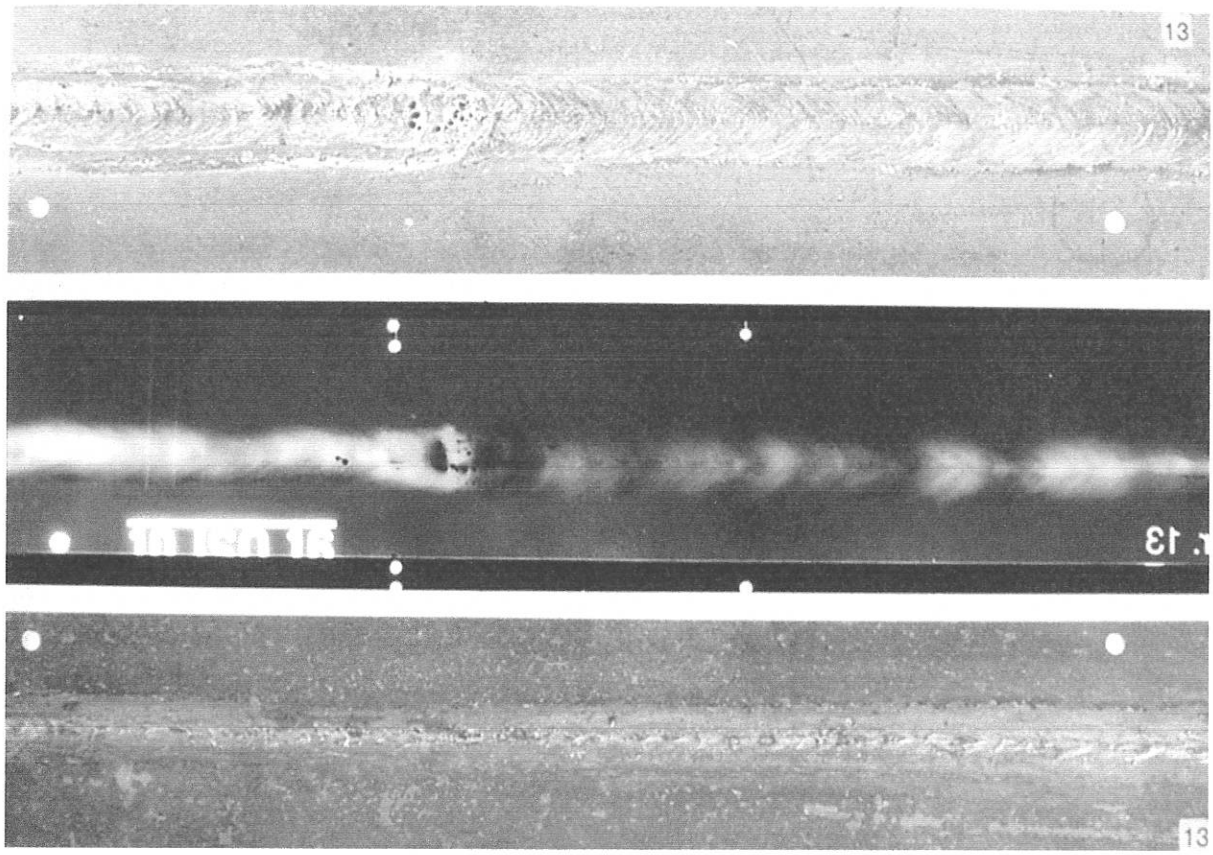


9. อัตราการเติมลวดเชื่อม (Deposition Rate) การหาอัตราการเติมลวดเชื่อมนั้น เมื่อต้องการทราบจำนวนลวดเชื่อมที่ใช้ใน 1 ช.ม. จะคำนวณได้ดังนี้

อัตราการเติมลวดเชื่อม (lbs/hr) = ความเร็วในการป้อนลวด (in/min) × 60 min/hr

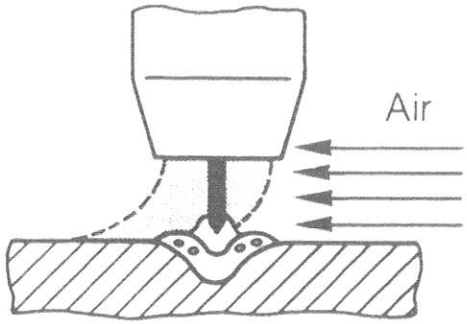
ความยาวของลวดเชื่อม ต่อปอนด์

10. จุดบกพร่องที่พบได้บ่อยในงานเชื่อม MIG/MAG



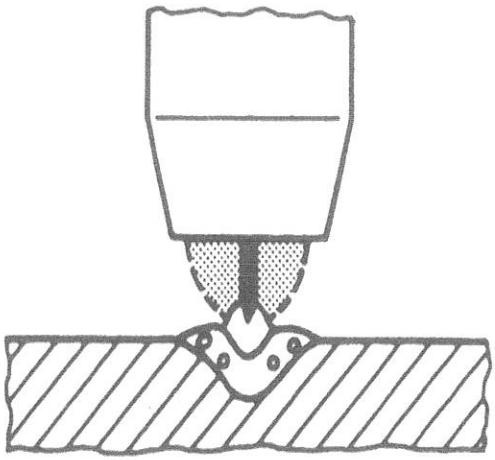
10.1 รูพรุน (Pores) สาเหตุ : เกิดจากกระแสลมจากภายนอกบริเวณทำงานเชื่อม เช่นการเชื่อมนอกอาคาร การเชื่อมบริเวณที่มีลมกรรโชก

การแก้ไข : ทำที่ป้องกันหรือฉากกันบริเวณที่ทำการเชื่อม



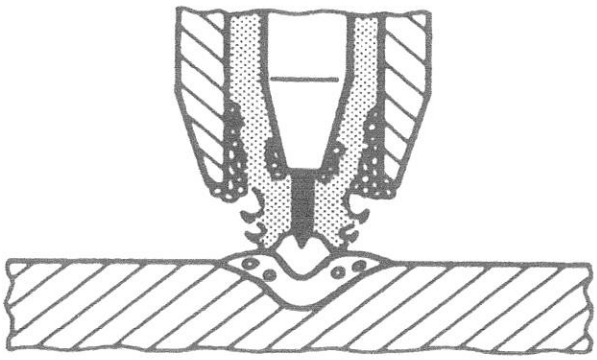
สาเหตุ : เกิดจากการให้อัตราการไหลของแก๊สปกคลุมต่ำเกินไป

การแก้ไข : ปรับอัตราการไหลของแก๊สปกคลุมเพิ่มมากขึ้น โดยปกติสามารถ คิดจาก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลวดเชื่อม คูณ 10 เช่น ขนาดเส้น ผ่านศูนย์กลาง ลวดเชื่อม 1.0 มม. จะได้ 1.0 x 10 = 10 ลิตร/นาที



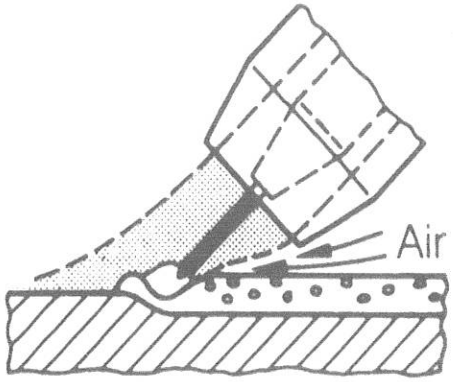
สาเหตุ : เกิดจากมีเม็ดสะเก็ดไฟ(Spatter) ที่เกิดจากการเชื่อมเกาะติดบริเวณ Nozzle ทำให้การไหลของแก๊สปกคลุมไม่สามารถปกคลุมบริเวณแนวเชื่อมได้อย่างสมบูรณ์

การแก้ไข : ทำความสะอาดบริเวณภายใน Nozzle หรือใช้สเปร์/เจล ป้องกันสะเก็ดไฟ (Anti Spatter) ก่อนปฏิบัติงานเชื่อม



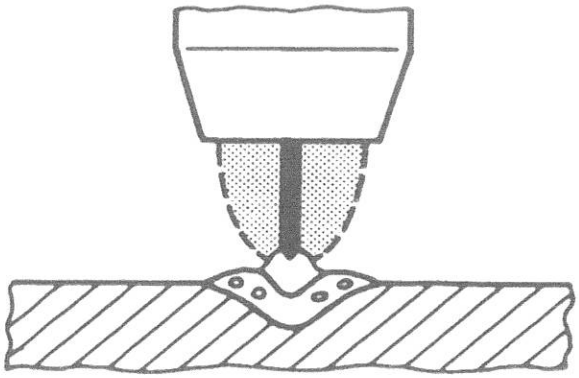
สาเหตุ : มุมของหัวเชื่อมเอียงมากเกินไป ทำให้อากาศรอบ ๆ แนว เชื่อมสามารถเข้ามารวมตัวกับแนวเชื่อมได้

การแก้ไข : ปรับหัวเชื่อมให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง



สาเหตุ : ตำแหน่งหัวเชื่อมห่างจากบริเวณทำการเชื่อมมากเกินไป

การแก้ไข : ปรับระยะห่างของตำแหน่งหัวเชื่อมลดลง โดยปกติจะใช้ระยะห่างประมาณ 10 – 15 มม.



10.2 การหลอมละลายไม่สมบูรณ์ (Lack of Fusion)

10.2.1 เกิดจากเตรียมงานสาเหตุ : มุมบากชิ้นงานน้อยเกิดไป

การแก้ไข : มุมบากรวมควรจะประมาณ 40 – 60 องศา

สาเหตุ : เตรียม Root Face มากเกินไป และ ขนาดของ Root Opening น้อยเกินไป

การแก้ไข : ควรเตรียมขนาด Root Face ประมาณ 1- 2.5 มม.ขนาด Root Opening ประมาณ 1-3 มม.

สาเหตุ : เตรียมชิ้นงานไม่ได้แนวระนาบเดียวกัน

การแก้ไข : หลังจากที่เชื่อมยึดแล้วและก่อนปฏิบัติงานเชื่อมควรตรวจดูก่อนว่าชิ้นงานทั้ง 2 ชิ้นอยู่ในแนวระนาบเดียวกัน โดยอาจจะใช้วิธีการเคาะ เพื่อปรับให้ได้แนวระนาบเดียวกัน

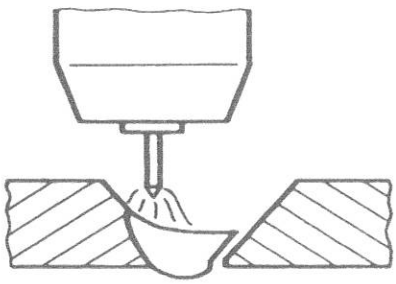
สาเหตุ : หลังจากที่เชื่อมแนวแรกแล้ว แนวเชื่อมบริเวณส่วนกลางนูนสูง แล้วทำการเชื่อมแนวที่ สองทับต่อเลยทำให้บริเวณ แนวเชื่อมตรงมุมที่ติดกับร่องบากหลอมละลายไม่สมบูรณ์

การแก้ไข : เจียรนัยลบบริเวณส่วนแนวที่นูนให้เป็นรูปกระทะ ก่อนทำการเชื่อมทับแนวต่อไป

10.2.2 เกิดจากเทคนิคการเชื่อม

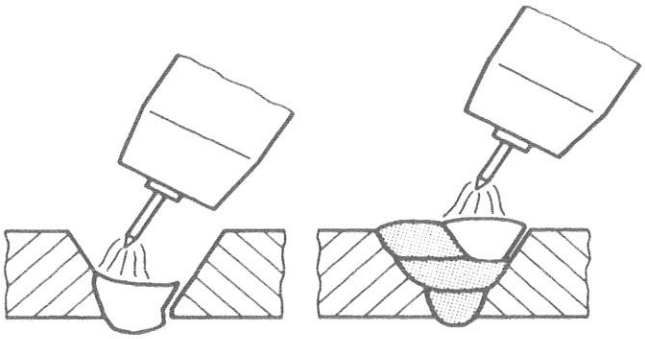
สาเหตุ : บริเวณที่ลวดเชื่อมหลอมละลาย อยู่ด้านเดียวของชิ้นงาน

การแก้ไข : ควบคุมบริเวณที่ลวดเชื่อมหลอมละลายให้อยู่ตรงกลางระหว่างชิ้นงานทั้ง 2 ชิ้น



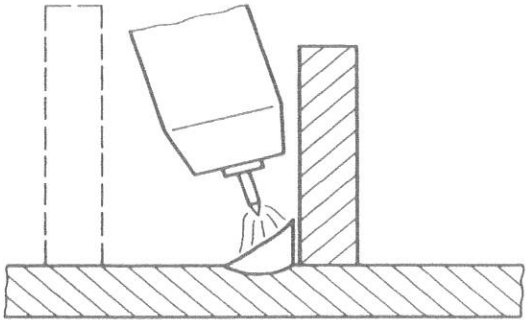
สาเหตุ : มุมหัวเชื่อมเอียงไปด้านใดด้านหนึ่ง

การแก้ไข : ปรับมุมหัวเชื่อมให้ถูกต้องกับชั้นแนวเชื่อมแต่ละแนว



สาเหตุ : บริเวณที่ทำการเชื่อมมีเนื้อที่จำกัด

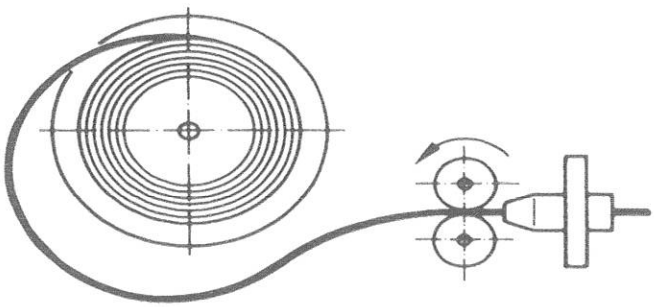
การแก้ไข : จัดลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานว่าบริเวณใดควรดำเนินการเชื่อมด้านในก่อนเป็นต้น



10.3 จุดบกพร่องจากเครื่องมือและอุปกรณ์ในเครื่องเชื่อม

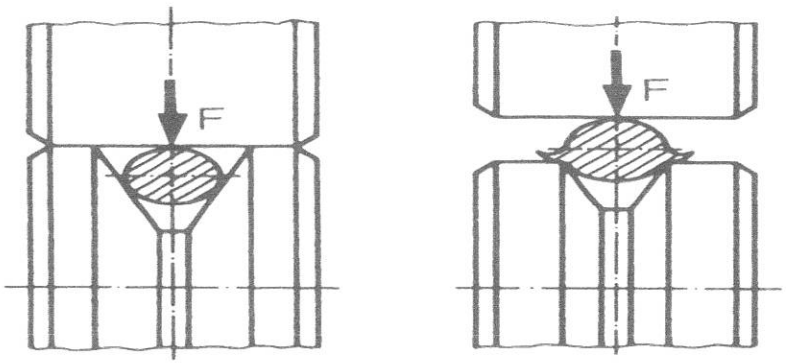
สาเหตุ : ม้วนลวดเชื่อม ม้วนตัวรวมกัน เนื่องบริเวณที่ควบคุมการหมุนของลวดเชื่อม (ล้อขับลวด) กดอัด แน่น หรือ หลวมเกินไป

การแก้ไข : ปรับบริเวณที่ควบคุมการหมุนของลวดเชื่อม (ล้อขับลวด) ให้เหมาะสมกับ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลวดเชื่อม ตู้เชื่อมบางยี่ห้อจะระบุเป็นตัวเลขแรงที่ใช้กดบังคับลวดเชื่อมไว้ที่คู่มือ



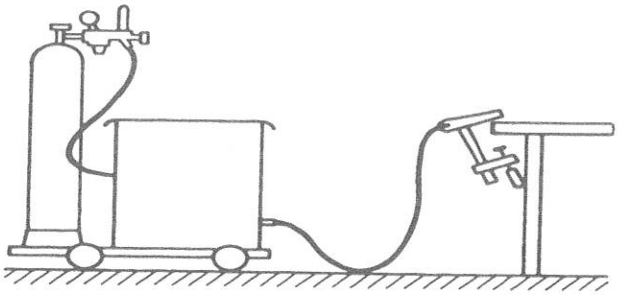
สาเหตุ : ขนาดของชุดล้อขับลวดมีขนาดใหญ่/เล็กกว่าลวดเชื่อม หรือ ขนาดลวดเชื่อมมีขนาดใหญ่/เล็กกว่าชุดล้อขับลวด

การแก้ไข : ปรับขนาดของชุดล้อขับให้ตรงกับ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลวดเชื่อม เช่น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลวดเชื่อมที่ 1.0 ม.ม. ชุดล้อขับ ควรจะมีขนาดร่องเท่ากับ 1.0 มม.ด้วย



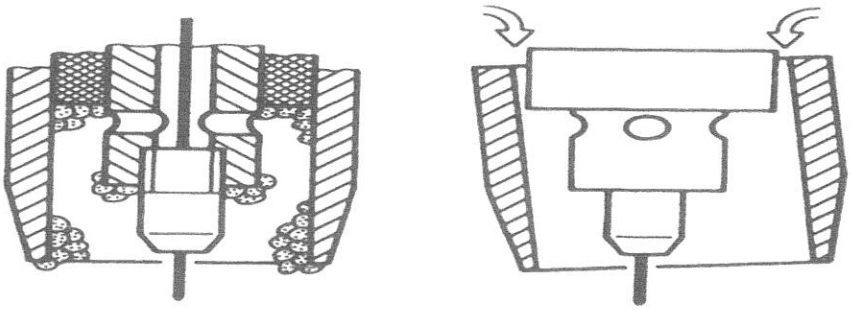
สาเหตุ : สายเชื่อมจากเครื่องเชื่อมไปยังบริเวณที่ทำการเชื่อม มีการม้วนงอ ทำให้การเชื่อมมีการสะดุด เนื่องจากลวดเชื่อมที่ผ่านออกมาไม่สม่ำเสมอ

การแก้ไข: ก่อนทำการเชื่อมช่างเชื่อมต้องสังเกตดูว่าสายเชื่อมอยู่ในลักษณะใด พยายามทำให้สายเชื่อมอยู่ในแนวตรงให้มากที่สุด



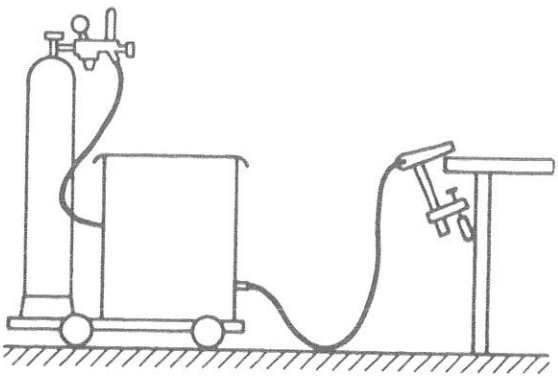
สาเหตุ : เกิดจากมีเม็ดสะเก็ดไฟ ติดอยู่ภายในบริเวณ Nozzle มาก หรือ การประกอบ Nozzle ไม่แน่น ซึ่งสามารถเกิดรูพรุนในบริเวณแนวเชื่อม เนื่องจากแก๊สปกคลุมไม่สามารถไปปกคลุมบริเวณแนวเชื่อมได้

การแก้ไข: ทำความสะอาด Nozzle ก่อนการเชื่อมทุกครั้ง และตรวจสอบการประกอบ Nozzle ทุกครั้งก่อนการเชื่อม



สาเหตุ : การประกอบที่จับชิ้นงาน (สายกราวด์) ไม่แน่น ทำให้เกิดการอาร์กบริเวณ โต๊ะชิ้นงาน และจะทำให้การกระแสที่ใช้ในการเชื่อมสะดุด การอาร์กไม่สม่ำเสมอ

การแก้ไข : ก่อนปฏิบัติงานเชื่อมตรวจเช็คพร้อมประกอบที่จับชิ้นงาน (สายกราวด์) ให้แน่นในกรณีที่ ที่จับชิ้นงาน (สานกราวด์) สามารถขันให้แน่นได้ หรือ ในกรณีที่เป็นที่หนีบ ก็ควรหาตำแหน่งที่สามารถหนีบได้อย่างมั่นคง และบริเวณที่สัมผัส กับที่จับชิ้นงาน ควรปราศจาก สี สนิมเหล็ก และผิวเรียบ



11. องค์ประกอบที่สำคัญในการเชื่อม

1 เลือกชนิด ลวดเชื่อม ชนิดกระแสไฟเชื่อม (กระแสตรง(DC) เลือกปรับแรงดัน และความเร็วในการขับลวดเชื่อมได้ถูกต้อง

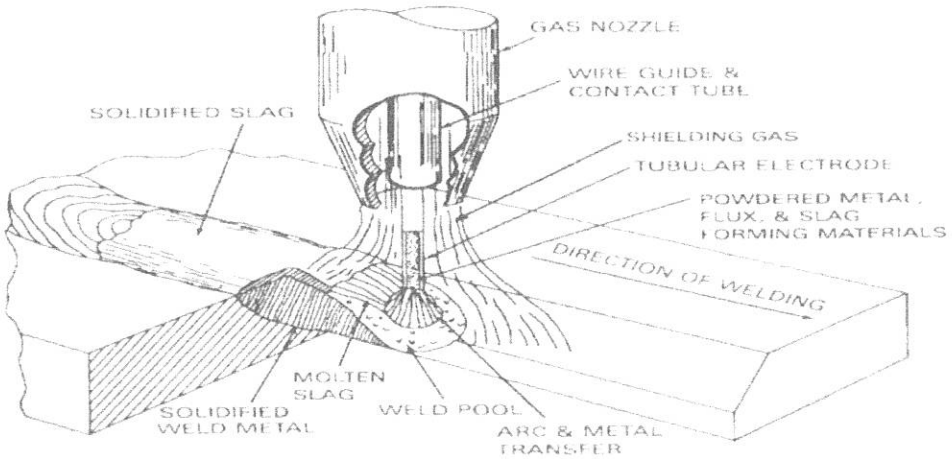
2 ปรับระยะอาร์ค มุมลวดเชื่อม ที่ถูกต้อง

3 ใช้เทคนิคการส่ายลวดเชื่อมที่ถูกต้อง

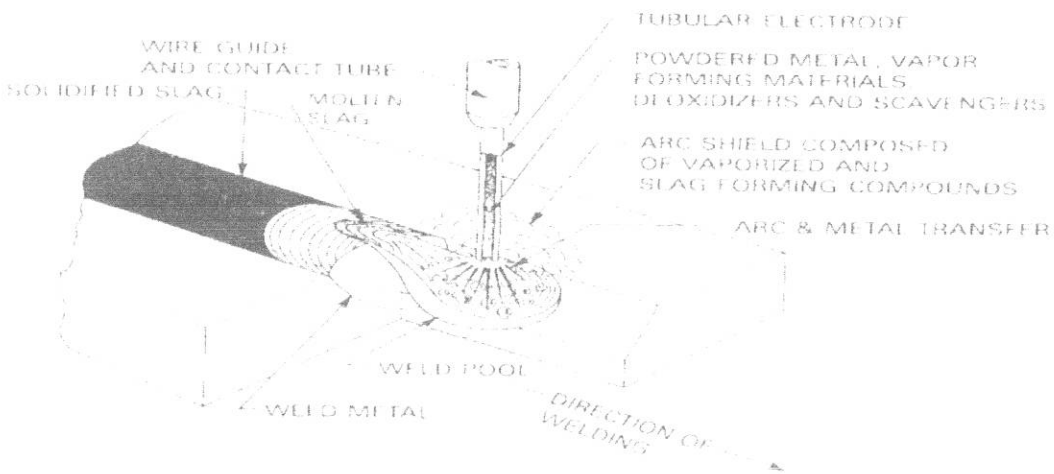
4 จัดตำแหน่งท่าเชื่อม ในกรณีเชื่อมท่าตั้ง ท่าขนานนอน ชิ้นงานควรวางอยู่ประมาณระหว่างหน้าอกกับท้องของช่างเชื่อม จัดตำแหน่งท่าเชื่อมของช่างเชื่อมเอง พยายามจัดท่าให้ผ่อนคลายมากที่สุด และสวมอุปกรณ์ป้องกันร่างกายเช่น เอี๊ยม ถุงมือ ปอกแขน สลับเท้า ให้พร้อม

5 กำลังภายในของช่างเชื่อม คือ ช่างเชื่อมพร้อมที่จะทำงานเชื่อม มีพละกำลังในการทำงานเพราะงานเชื่อมเป็นงานเชื่อมที่ค่อนข้างหนัก และ ร้อน ซึ่งช่างเชื่อมต้องพร้อมที่จะปฏิบัติงานเชื่อม

การเชื่อมอาร์กด้วยลวดแกนฟลั๊กซ์ชนิดใช้แกสปกป้อง (Gas - shieldes FCAW)



การเชื่อมอาร์กด้วยลวดแกนฟลั๊กซ์ชนิดไม่ต้องใช้แกสปกป้อง (Self - shieldes FCAW)

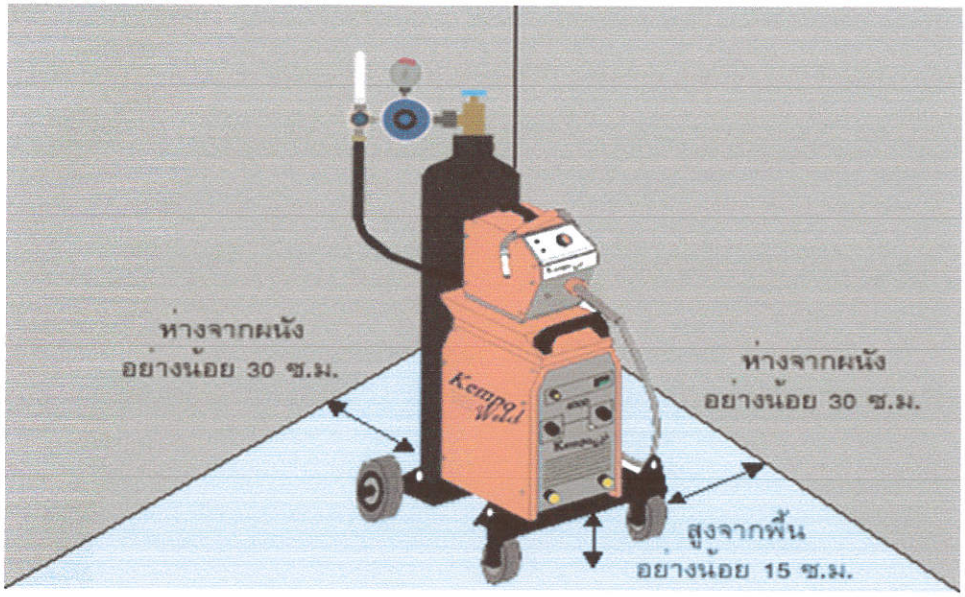


การำรุงรักษาเครื่องเชื่อมและอุปกรณ์ แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

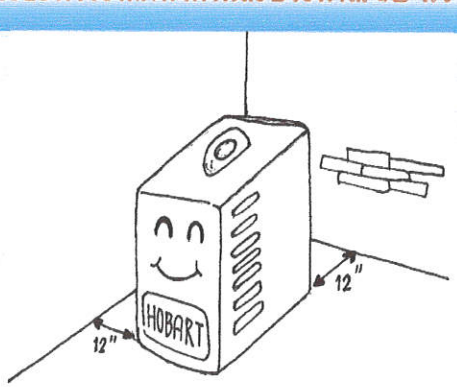
1. การบำรุงรักษาทุกๆ 3 เดือน
2. การบำรุงรักษาทุกๆ 6 เดือน

การติดตั้งและและการตรวจสอบเครื่องเชื่อมและอุปกรณ์

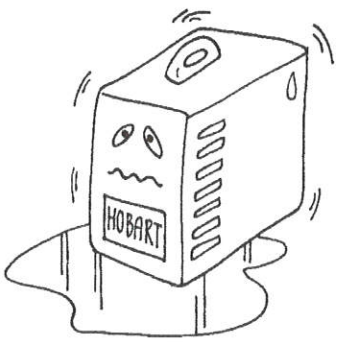
1.การตรวจสอบการติดตั้งเครื่องเชื่อม



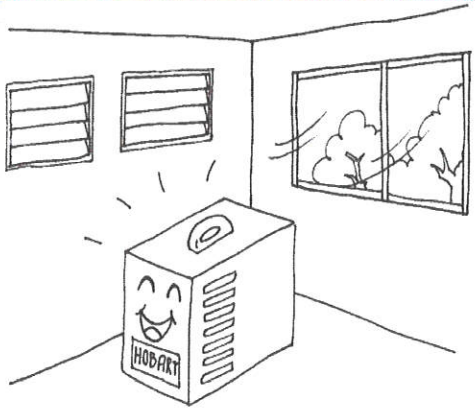
มีระยะห่างจากผนังด้านละประมาณ ๑๒ นิ้ว



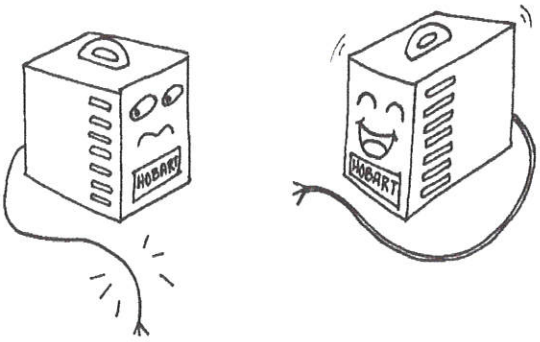
ไม่ต้องอยู่ในบริเวณที่เปียกชื้น



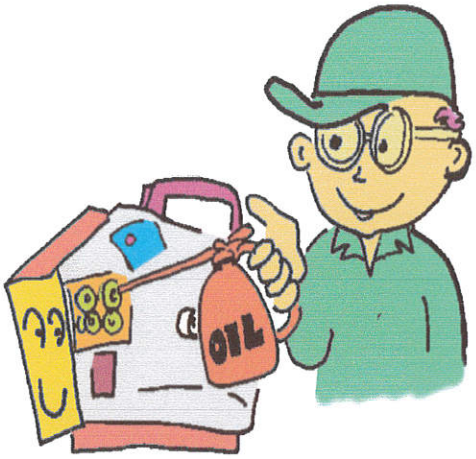
เป็นที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี

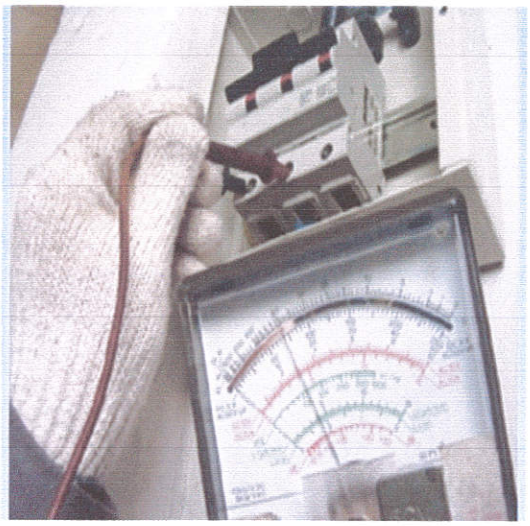


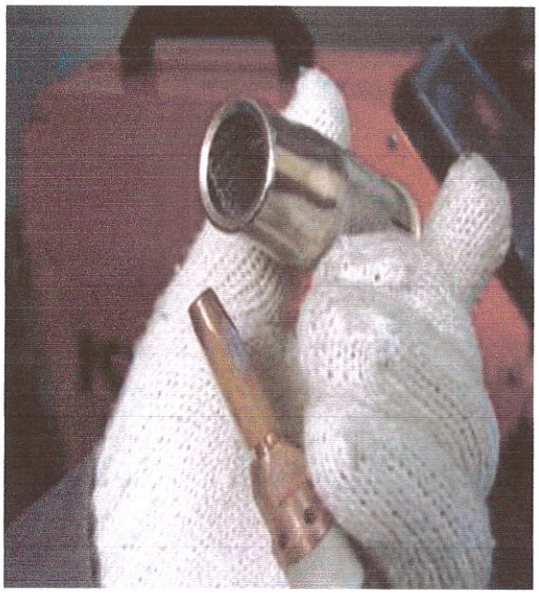
มีขนาดสายไฟที่เหมาะสมกับเครื่องเชื่อม

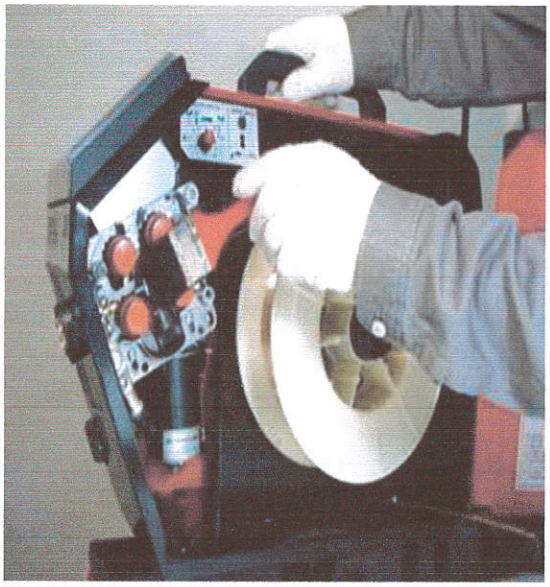


2.การตรวจสอบอุปกรณ์





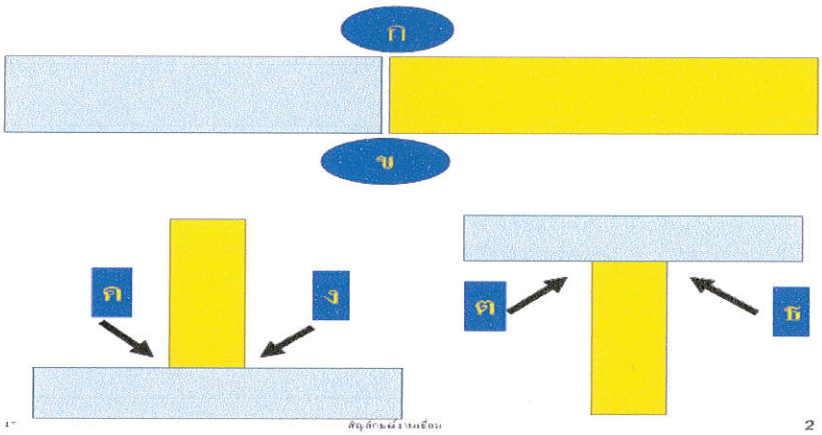




12. ศึกษาเรื่องสัญลักษณ์งานเชื่อม

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 ส่วนคือ - เส้นฐาน - หัวลูกศร - สัญลักษณ์แนวเชื่อมพื้นฐาน - ขนาดและข้อมูลอื่น ๆ - สัญลักษณ์เพิ่มเติม – สัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกบการแต่งผิวแนวเชื่อม - หางลูกศร -ข้องกาหนดรายละเอียด กรรมวิธีการเชื่อม หรือการอ้างอิงอื่นๆ สัญลักษณ์ที่เป็นส่วนประกอบ ๘ อย่างนี้ ส่วนที่ไม่ประสงค์จะกำหนดให้มีกับงานแต่ละอย่างก็ไม่จำเป็นต้องใส่ลงไปในหางลูกศรและเมื่อไม่ต้องการจะกำหนดรายละเอียดใดๆ ก็ไม่จำเป็นต้อง



สัญลักษณ์งานเชื่อมมาตรฐานสากล

- อ้างอิงจาก ISO 2553
- บอกถึงกฎการใช้สัญลักษณ์เชื่อมลงในแบบงานเชื่อม
- บอกสิ่งที่จำเป็นต่าง ๆ ให้ชัดเจน

3

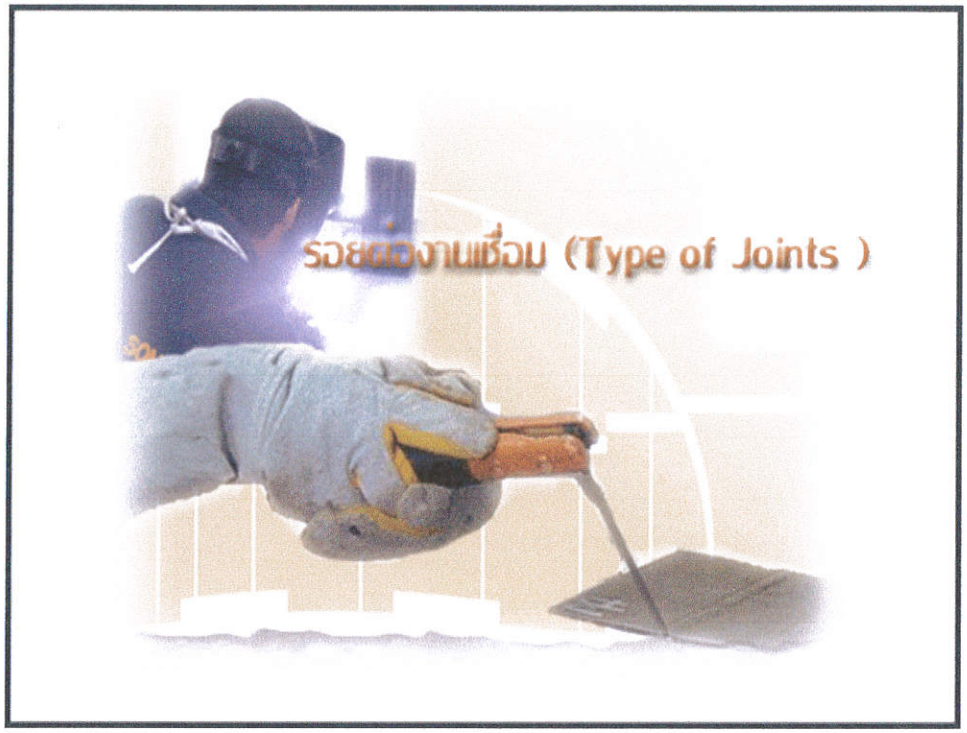
สัญลักษณ์งานเชื่อมมาตรฐานสากล

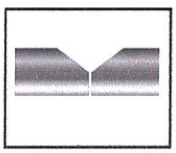
- ประกอบด้วยสัญลักษณ์พื้นฐานดังนี้
  - สัญลักษณ์พื้นฐานรอยต่อ
  - แสดงขนาด
  - ส่วนประกอบที่ระบุบางอย่าง (เฉพาะสำหรับแบบงาน)

สัญลักษณ์งานเชื่อมมาตรฐานสากล

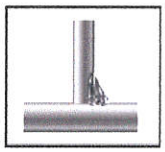
- สัญลักษณ์ (Symbols)
  - จะจำแนกตามลักษณะรอยต่อด้วยสัญลักษณ์ที่มีรูปร่างคล้ายกับแนวเชื่อมที่จะเชื่อม

สัญลักษณ์พื้นฐานแนวเชื่อม

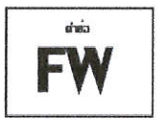


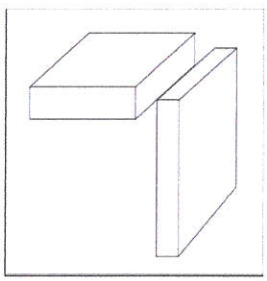


รอยเชื่อมต่อชน (Butt Weld)

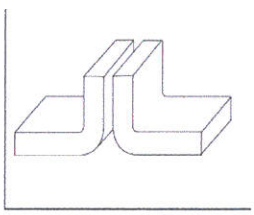


รอยต่อฟิลเล็ท (Fillet Weld)

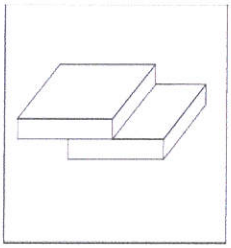




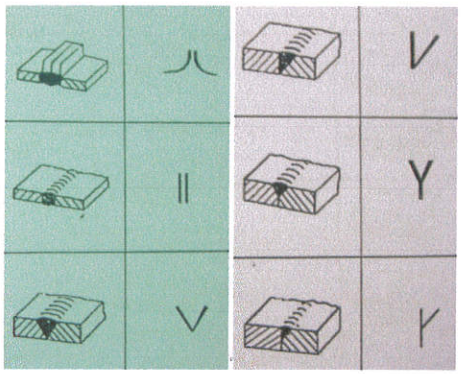
รอยต่อมุม (Corner)

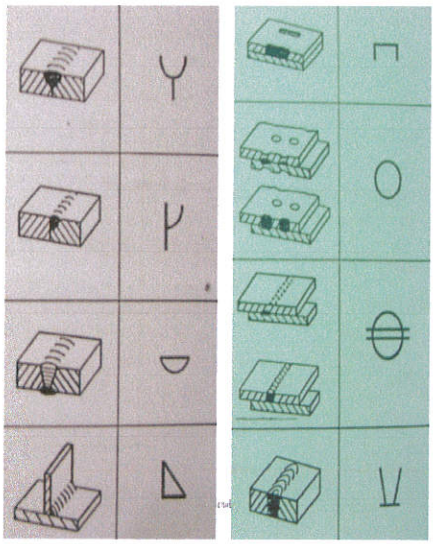


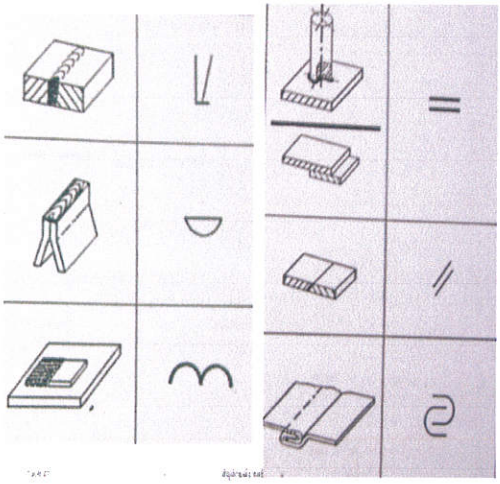
รอยต่อขอบ (Edge)



รอยต่อเกย (Lap)

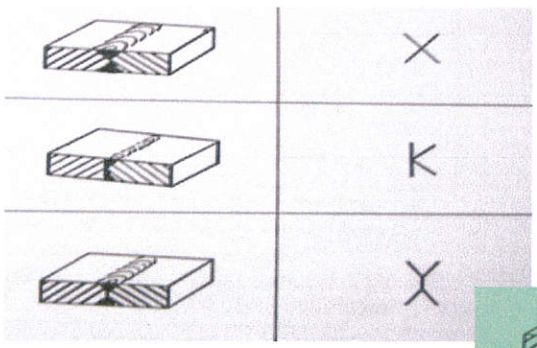


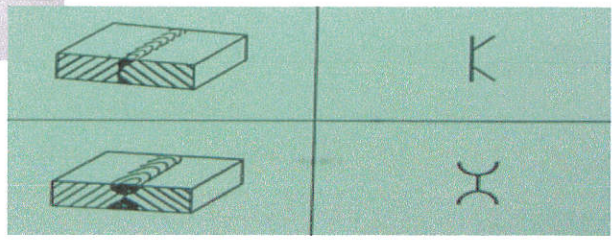




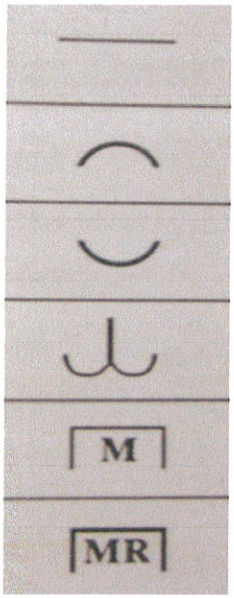
การรวมสัญลักษณ์รอยต่อ

ก็สามารถทำได้ ซึ่งสัญลักษณ์พื้นฐานที่นำ
รวมกันเป็นสัญลักษณ์ที่มีการเชื่อมที่
เหมือนกันทั้งสองด้าน





สัญลักษณ์ผนวก



เรียบ

นูน

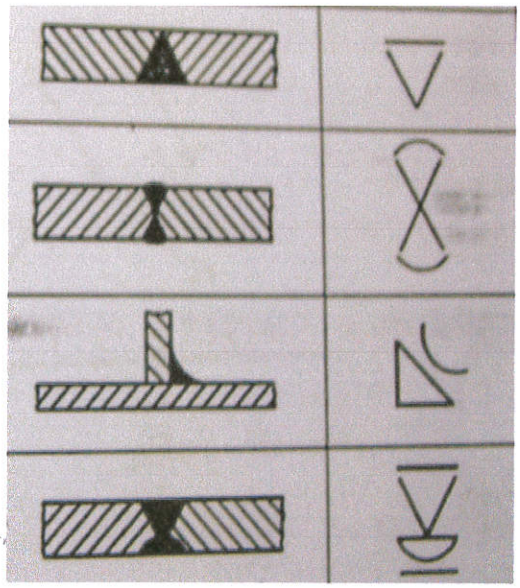
เว้า

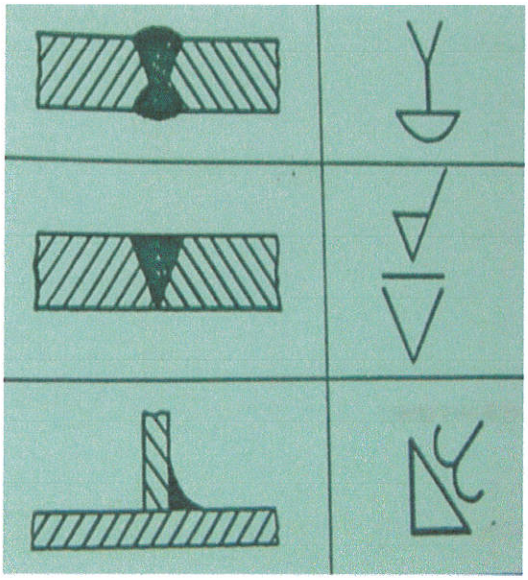
Toes เรียบกลมกลืน

รองหลังแบบถาวร

รองหลังที่กำจัดออก

ตัวอย่างการใช้สัญลักษณ์ผนวก



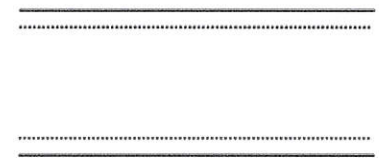


ตำแหน่งของสัญลักษณ์ในแบบงาน (Drawing)

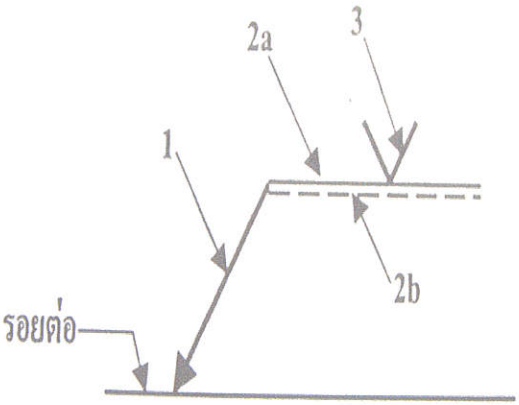
- สัญลักษณ์งานเชื่อมที่สมบูรณ์จะมี
  - เส้นลูกศร (Arrow Line)
  - เส้นอ้างอิง (Reference Line)

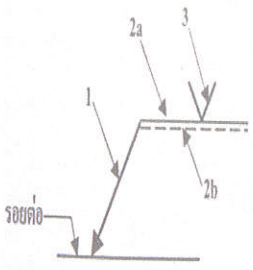
  ประกอบด้วยเส้นขนานสองเส้น คือ เส้นทึบและเส้นประ
  - การให้ขนาดและเครื่องหมายทั่วไป

- เส้นอ้างอิงที่เป็นเส้นประจะอยู่บนหรือล่างของเส้นทึบก็ได้



วิธีการแสดงบนสัญลักษณ์งานเชื่อม





1 = เส้นลูกศร

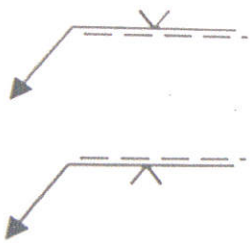
2a = เส้นอ้างอิง (เส้นทึบ)

2b = เส้นแสดง (เส้นประ)

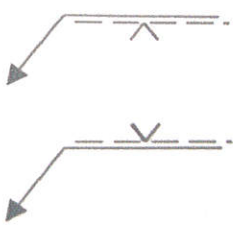
3 = สัญลักษณ์

ตำแหน่งของสัญลักษณ์บนเส้นอ้างอิง

- สัญลักษณ์สามารถวางอยู่บนหรือล่างของเส้นอ้างอิง ได้ดังนี้
  - เมื่อสัญลักษณ์วางอยู่ติดกับเส้นอ้างอิงเส้นทึบ หมายถึง ทำการเชื่อมด้านลูกศรชี้
  - เมื่อสัญลักษณ์วางอยู่ติดกับเส้นอ้างอิงเส้นประ หมายถึง ทำการเชื่อมด้านตรงข้ามลูกศรชี้

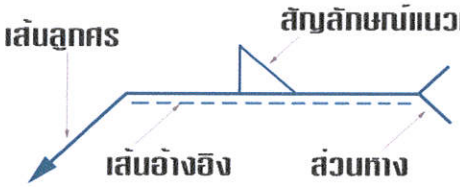


เชื่อมด้านลูกศรชี้



เชื่อมด้านตรงข้ามลูกศรชี้

สัญลักษณ์งานเชื่อมประกอบด้วย



หลักการกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อม

ภาพชิ้นงาน ภาพหน้าตัดสัญลักษณ์

1.เชื่อมต่อชนไม่บากหน้างาน

หลักการกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อม

ภาพชิ้นงาน ภาพหน้าตัดสัญลักษณ์

2.แนวเชื่อมต่อชนบากวีด้านเดียว

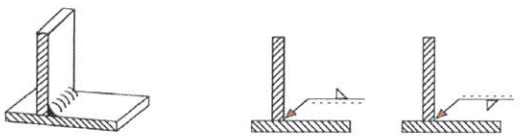
หลักการกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อม

ภาพชิ้นงาน ภาพหน้าตัดสัญลักษณ์

3.แนวเชื่อมต่อชนบากมีเวลด้านเดียว

หลักการกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อม

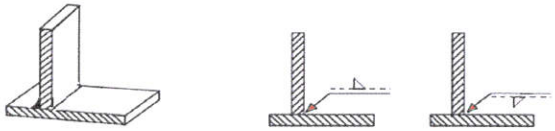
ภาพชิ้นงาน ภาพหน้าตัดสัญลักษณ์



4.แนวเชื่อมฟิลเล็กเชื่อมด้านลูกศร

หลักการกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อม

ภาพชิ้นงาน ภาพหน้าตัดสัญลักษณ์



5.แนวเชื่อมฟิลเล็กเชื่อมด้านตรงข้ามลูกศร

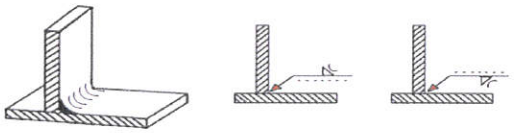
หลักการกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อม

ภาพชิ้นงาน ภาพหน้าตัดสัญลักษณ์

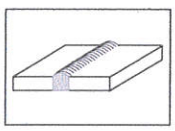
6. เชื่อมต่อชนบากวีด้านเดียวแนวเชื่อมมีการขึ้นสิกด้านหลังและเชื่อมด้านลูกศร

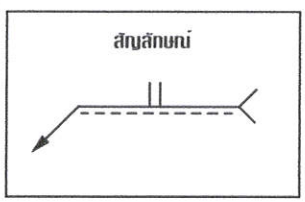
หลักการกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อม

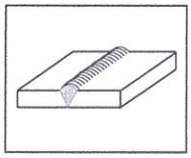
ภาพชิ้นงาน ภาพหน้าตัดสัญลักษณ์

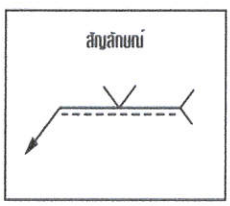


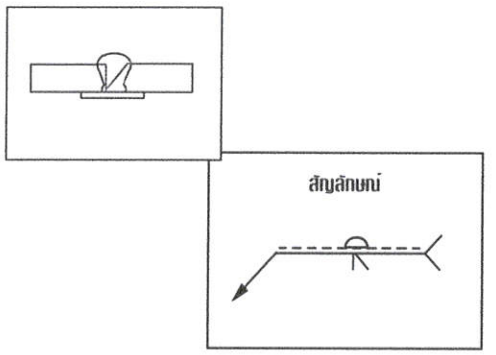
7.แนวเชื่อมฟิลเล็กเว้า เชื่อมด้านลูกศร

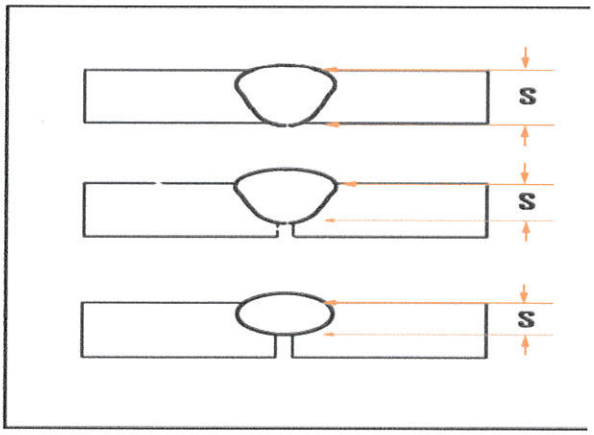


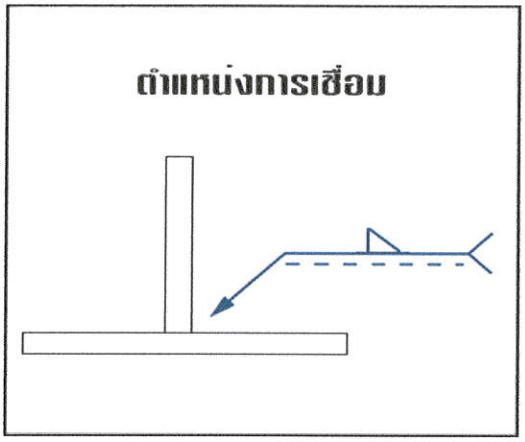


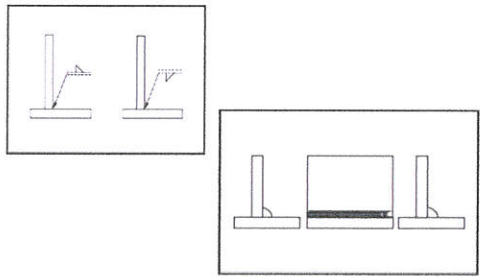


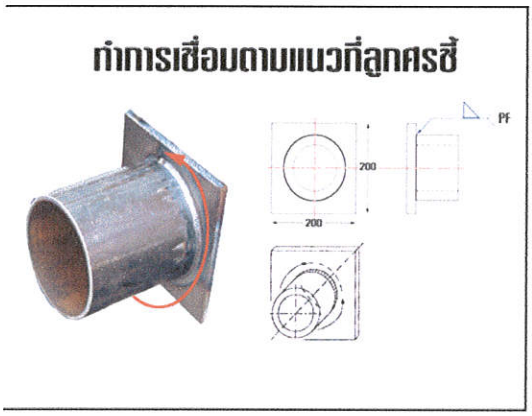


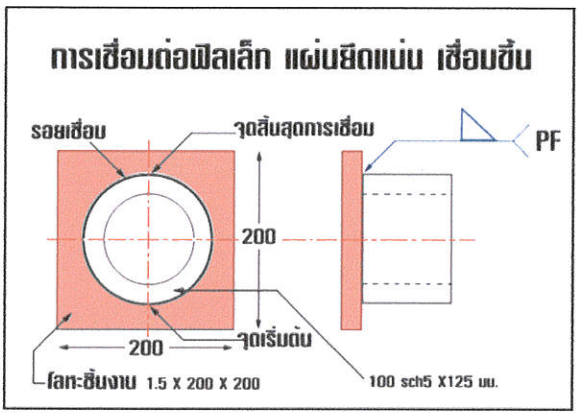




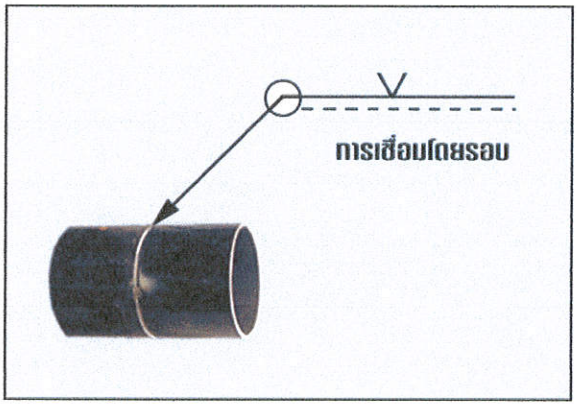


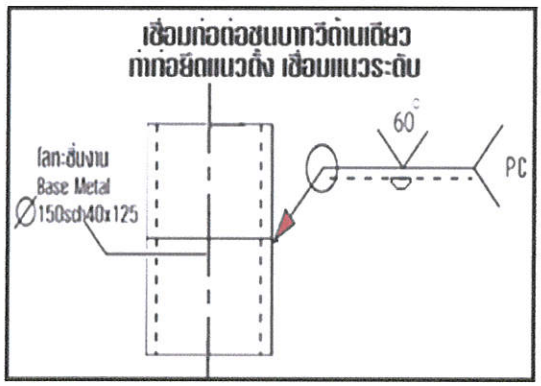


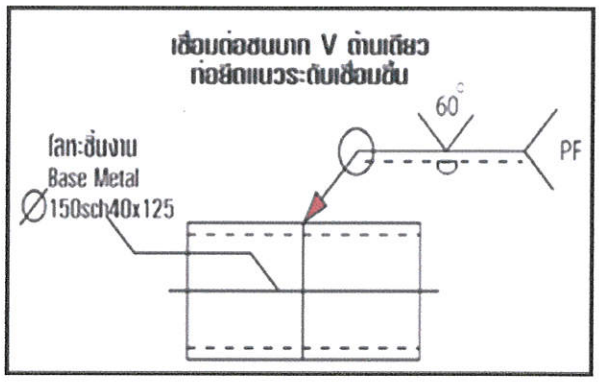


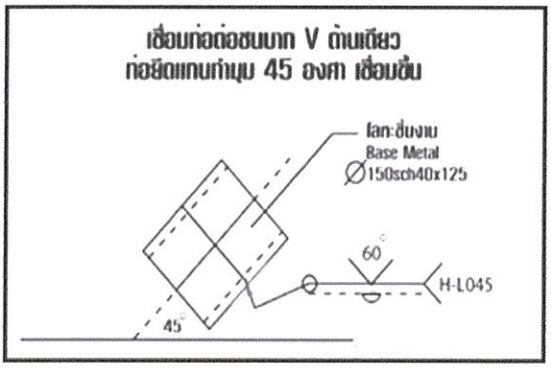


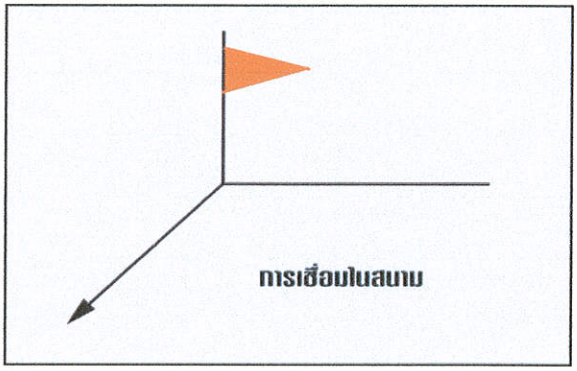
111 กระบวนเชื่อมอาร์คโลหะด้วยมือ
114 ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์
12 การเชื่อมซับเมอร์จ
131 มิก
135 แมก
136 ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ใช้แก๊สปกคลุม
141 ทิก
15 การเชื่อมด้วยพลาสม่า
311 เชื่อมแก๊ส

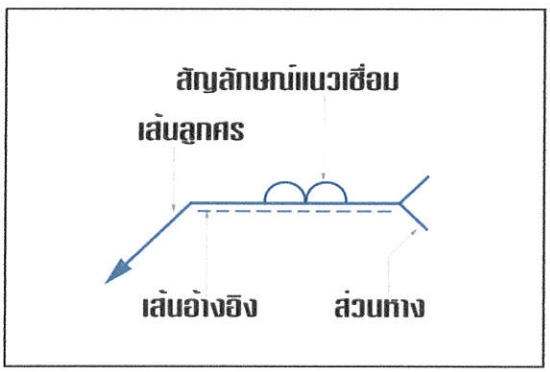


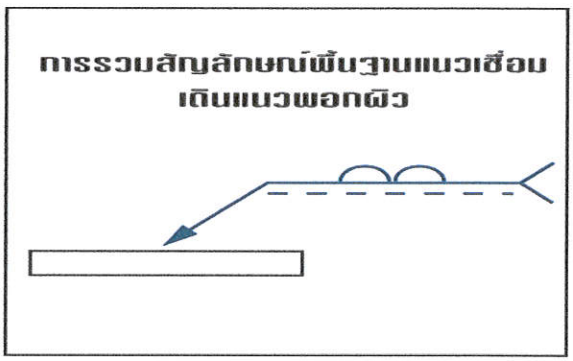






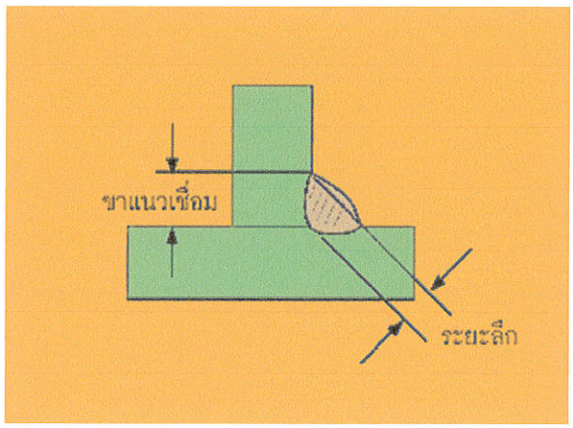


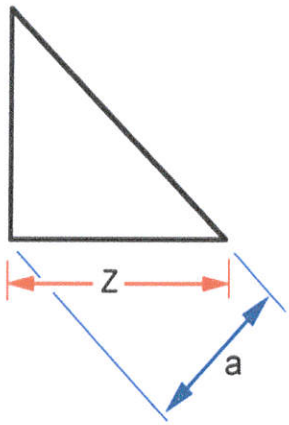


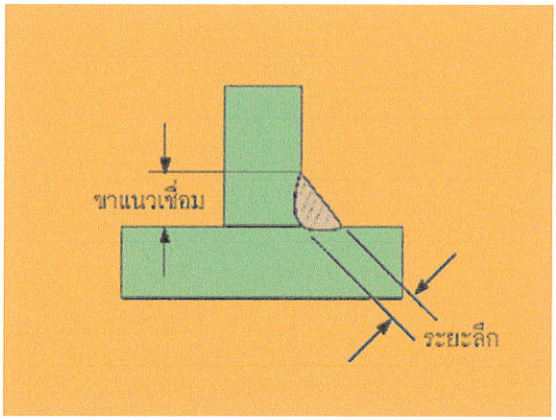


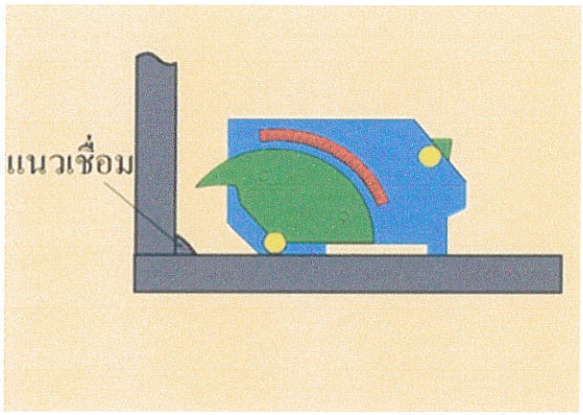
ขนาดของแนวเชื่อม

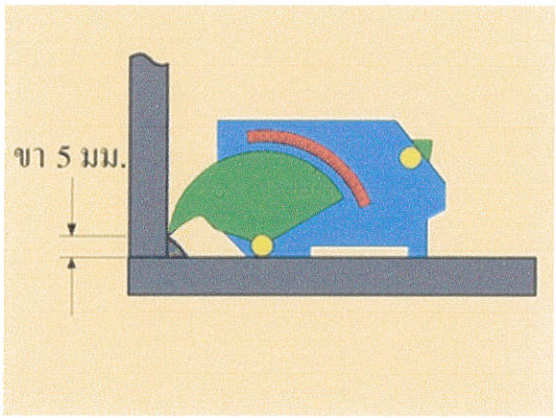
- ขนาดหน้าตัดของแนวเชื่อมให้เขียนไว้ด้านซ้ายของสัญลักษณ์
  - **S =** ขนาดความลึกของแนวเชื่อม กรณีเชื่อมต่อชน
  - **a = Throat Thickness** ระยะลึกของแนวเชื่อม ฟิลเล็ท
  - **Z = Leg Length** ระยะขาแนวเชื่อม
- ขนาดความยาวแนวเชื่อมให้เขียนไว้ด้านขวาของสัญลักษณ์
  - เป็นตัวเลขระบุ



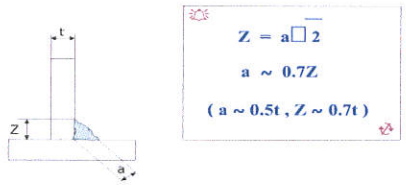




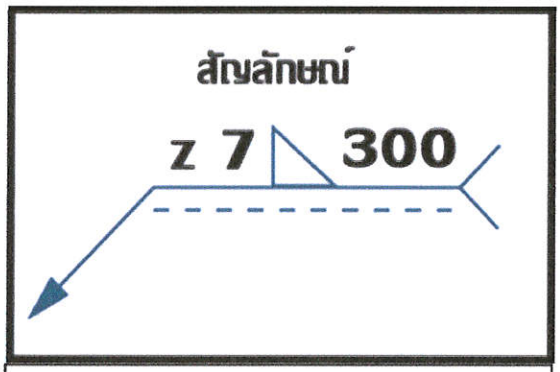


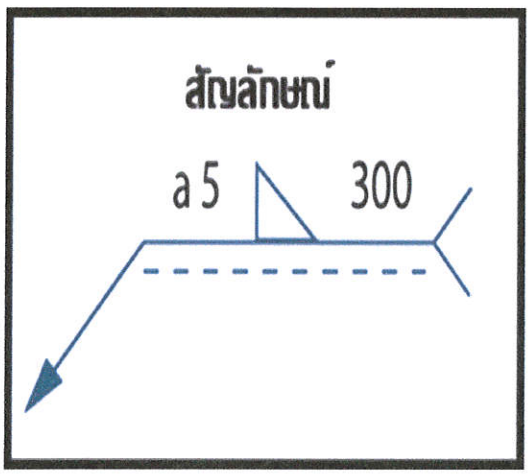


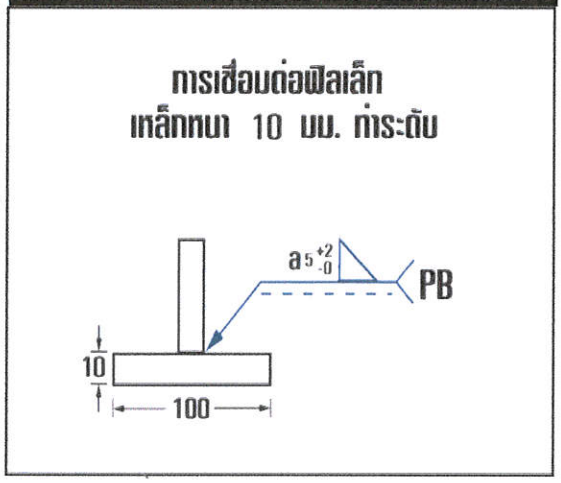
หลักการหาค่า THROAT, LEGของชิ้นงานสอบเชื่อมต่อฉาก



ค่า t ที่ใช้คำนวณเป็นความหนาที่บางที่สุด 75







13. ศึกษาเรื่องข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม

(ก)ความต้องการด้านทักษะ

13.1 ความสามารถอ่านใบสั่งงานเชื่อมทิกแบบรอยต่อชนท่อ

13.2 ความสามารถเตรียมเครื่องเชื่อมและอุปกรณ์การเชื่อมทิก

13.3 ความสามารถเตรียมโลหะชิ้นงานเชื่อม

13.4 ความสามารถเลือกลวดเชื่อมทิก

13.5 ความสามารถปรับพารามิเตอร์ในการเชื่อมทิก

13.6 ความสามารถจัดเตรียมสถานที่ทำงานเชื่อม

(ข) ความต้องการด้านความรู้

13.7 ความรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์งานเชื่อมรอยต่อชนท่อ ตามมาตรฐาน ISO และ AWS เช่น ขนาดของแนวเชื่อม ตำแหน่งแนวเชื่อม สัญลักษณ์รอยต่อชนท่อ เป็นต้น

13.8 ความรู้เกี่ยวกับลวดเชื่อมทิกตามมาตรฐาน AWS เป็นต้น

13.9 ความรู้เกี่ยวกับชิ้นงานเชื่อม รอยต่อเชื่อม ตำแหน่งท่าเชื่อม

13.10 ความรู้เกี่ยวกับการปรับตั้งขั้วเชื่อมและกระแสไฟ ค่าพารามิเตอร์ในการเชื่อม เช่น กระแสไฟตรงต่อขั้วตรง กระแสไฟตรงต่อกลับขั้ว กระแสไฟสลับ กระแสไฟเชื่อม แรงดันเชื่อม ความเร็วในการเชื่อม เป็นต้น

13.11 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)

13.12 แสดงการอ่านใบสั่งงานเชื่อมรอยต่อชนท่อ

13.13 แสดงการเตรียม โลหะชิ้นงาน ลวดเชื่อม เครื่องเชื่อม และอุปกรณ์การเชื่อม

13.14 แสดงการตั้งค่ากระแสไฟเชื่อม และต่อขั้วเชื่อม

13.15 แสดงการแต่งกายและใช้อุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัย

13.16 แฟ้มสะสมผลงาน (Portfolio)

(ข) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

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

(ค) คำแนะนำในการประเมิน

หลักฐานที่ต้องการเพื่อแสดงถึงสมรรถนะในส่วนนี้ ต้องมีความสำคัญและตอบสนองตามข้อกำหนดของสมรรถนะย่อยและเกณฑ์การปฏิบัติงาน โดยต้องแสดงถึง

13.17. ความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้อง

13.18 วิธีการปฏิบัติงานในสถานที่ทำงานและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง

13.19 ขอบเขตด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

(ง) วิธีการประเมิน

1. การประเมินผลความรู้โดยประเมินจากแบบทดสอบความรู้
2. การประเมินผลการปฏิบัติงานโดยใช้การประเมินจากใบสั่งงานเชื่อมและแฟ้มสะสมผลงาน

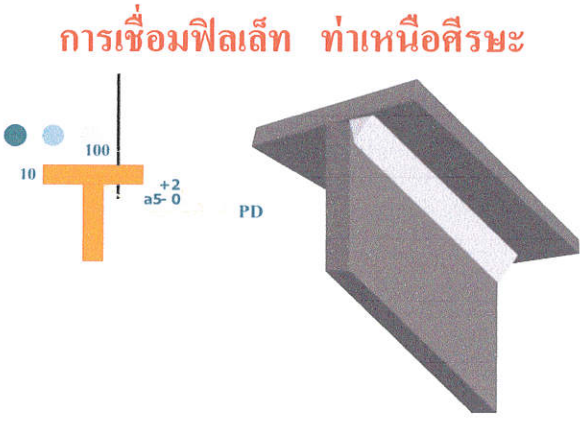
13.20 เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึก รู้และเข้าใจเกี่ยวกับข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม

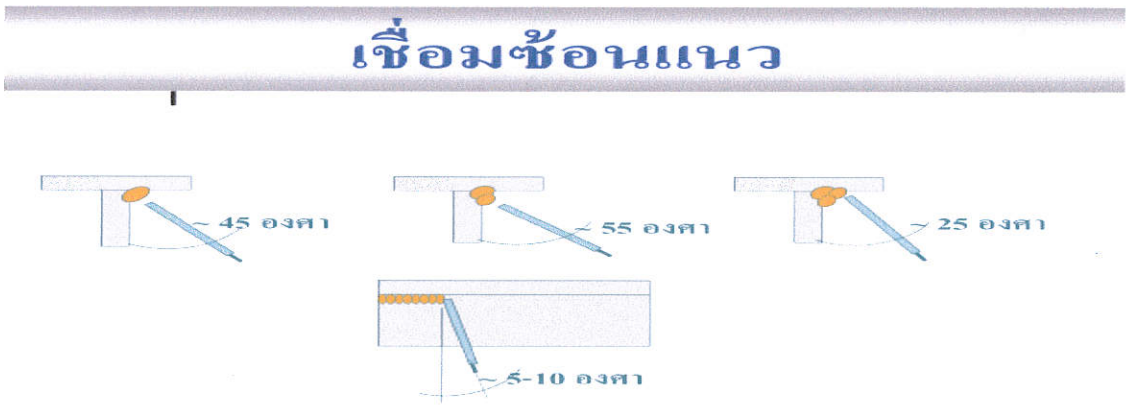
ศึกษาข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม (WPS: Welding Procedure Specification) ข้อมูลการทักษะ (Skill) สาขาช่างแม็ก จะต้องมีประสบการณ์ในการเชื่อมเหล็กกล้ากลุ่ม W01 ตาม ISO 9606-1 (AWS D1.1Group 1) เชื่อมแผ่นเหล็กกล้าและเชื่อมท่อต่อกับแผ่นเหล็กแนวเชื่อมฟิลเล็ท (Fillet Weld) ที่มีความหนาไม่ได้กำหนด ทุกตำแหน่งท่าเชื่อมตาม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

13.21 **ฝึกปฏิบัติเชื่อมต่อตัวที ท่าเหนือศีรษะ (PD/4F)** ISO 9606-1 135P FW W01 t..... PD ss nb (AWS 4F)

เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความเข้าใจและสามารถปฏิบัติการเชื่อมแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำรอยต่อตัวที (T - Joint) ท่าเหนือศีรษะ (PD) ได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

ฝึกปฏิบัติการเตรียมชิ้นงาน การเชื่อมประกอบชิ้นงาน การเตรียมเครื่องเชื่อมและอุปกรณ์ ลวดเชื่อมขนาด ϕ0.8/1.0/1.2 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

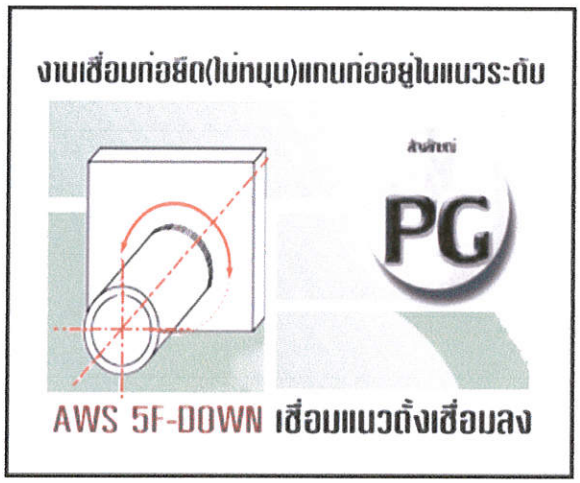




13.22 **ฝึกปฏิบัติเชื่อมต่อตัวที ท่อหน้าแปลนท่าตั้งเชื่อมขึ้น (PH/5F)** ISO 9606-1 135 T FW W01 t ..... D..... PH ss nb (AWS 5F-up)

เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความเข้าใจและสามารถปฏิบัติการเชื่อมท่อและแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำรอยต่อตัวที (T - Joint) ท่าตั้งเชื่อมขึ้น (PH) ได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

ฝึกปฏิบัติการเตรียมชิ้นงาน การเชื่อมประกอบชิ้นงาน การเตรียมเครื่องเชื่อมและอุปกรณ์ ลวดเชื่อมขนาด ϕ 0.8/1.0/1.2. 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



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) สาขาช่างเชื่อมแม๊ก จะต้องมีประสบการณ์ในการเชื่อมเหล็กกล้ากลุ่ม W01ตามมาตรฐาน ISO 9606-1c(AWS D1.1Group 1) เชื่อมแผ่นเหล็กกล้าและเชื่อมท่อต่อกับแผ่นเหล็กแนวเชื่อมฟิลเล็ท (Fillet Weld) ที่มีความหนาไม่ได้กำหนด ทุกตำแหน่งท่าเชื่อมตาม ISO 9606-1 เขียนในข้อกำหนดวิธีการเชื่อม การนำข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อมไปใช้งาน

ฝึกปฏิบัติเชื่อมต่อตัวที ท่าเหนือศีรษะ (PD/4F) ISO 9606-1 135 P FW W01 t..... PD ss nb (AWS 4F)

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

ฝึกปฏิบัติการเตรียมชิ้นงาน การเชื่อมประกอบชิ้นงาน การเตรียมเครื่องเชื่อมและอุปกรณ์ลวดเชื่อม ขนาด ϕ 0.8/1.0/1.2 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 9606-1 135 T FW W01 t ..... D..... PH ss nb (AWS 5F-up)

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

ฝึกปฏิบัติการเตรียมชิ้นงาน การเชื่อมประกอบชิ้นงาน การเตรียมเครื่องเชื่อมและอุปกรณ์ลวดเชื่อม ขนาด ϕ0.8/1.0/1.2 มม. หินเจียขนาด 4 นิ้ว , ใบหินเจียขนาด ϕ 100 มม. หนา 2 มม.จำนาน 1 ใบ ขนาด ϕ 100 มม. หนา 4 มม.จำนาน 1 ใบ 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

กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงาน

Department of Skill Development Ministry of Labour

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ
สาขาอาชีพช่างอุตสาหการ สาขาช่างเชื่อมแม็ก
THAI NATIONAL SKILL STANDARD
METAL ACTIVE GAS WELDER

การทดสอบรับรองช่างเชื่อม ระดับ 1 — **ตามมาตรฐาน ISO 9606-1**

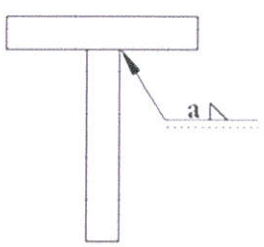
WELDER APPROVAL TEST Level 1 — **Meets the requirements of ISO 9606-1**

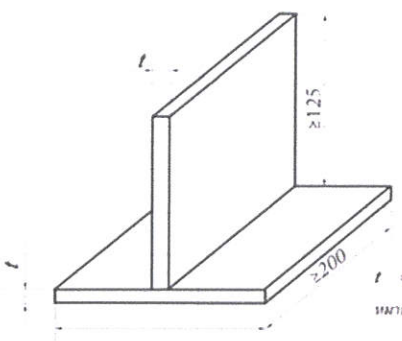
ข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม	ISO 9606-1 135 P FW FM1 S t..... PD ml				
WELDING PROCEDURE SPECIFICATION:					
ประเภทเหล็กกล้า	เหล็กกล้าคาร์บอน				
STEEL GROUP:	Group 1 (ISO / TR 15608)				
ความหนาของชิ้นงาน	t ≥ 3 mm (.....mm)	ช่วงการรับรอง	≥ 3 mm		
MATERIAL THICKNESS OF TESTPIECE		RANGE OF QUALIFIED:			
กระบวนการเชื่อม	การเชื่อมแม็ก				
WELDING PROCESS:	Metal Active Gas Welding - 135 (ISO 4063)				
ท่าเชื่อม	รอยต่อรูปตัวที- ท่าเหนือศีรษะ		ทิศทางการเชื่อม	ไม่บังคับ	
POSITION:	FW-PD (ISO 6947)		PROGRESSION:	Not mandatory	
ตำแหน่งที่ครอบคลุมถึง	FW	PA, PB, PC, PD, PE	BW	-	
POSITION(S) QUALIFIED:					
ลวดเชื่อม	มอก.49/ISO 2560 A5.18 ER70S-6 (AWS A5.18 ER70S-6)		ลวดเชื่อมที่ครอบคลุมถึง		
ELECTRODE:			ELECTRODES QUALIFIED:		
เชื่อมแนวเดียวหรือหลายแนว	หลายแนว		ความเร็วในการเชื่อม	ไม่บังคับ	
SINGLE OR MULTIPLE PASS:	Multi-layer		TRAVEL SPEED:	Not mandatory	
การอุ่นชิ้นงานก่อนเชื่อม	ไม่บังคับ	อุณหภูมิระหว่างเที่ยวเชื่อม:	ไม่บังคับ		
PREHEAT:	Not mandat	INTERPASS TEMPERATURE:	Not mandatory		
การอุ่นชิ้นงานหลังเชื่อม	ไม่บังคับ				
POST WELD HEAT TREATMENT:	Not mandatory				
การเตรียมชิ้นงานเชื่อม	ผิวหน้าต้องปราศจากคราบหนา สแลก สนิม ความชื้น น้ำมัน ฝุ่น				
PREPARATION OF TESTPIECE:	Surface shall be free of thick scale, slag, rust, moisture, oil, dirt				
การทำความสะอาดระหว่างชั้นรอยเชื่อม	เคาะและแปรงในตำแหน่งท่าเชื่อม				
INTERPASS CLEANING:	Chipping and brushing in the welding position.				
การทำความสะอาดขั้นสุดท้าย	เคาะและแปรง		ห้ามเจียร		
FINAL CLEANING:	Chipping and brushing		No grinding		

ขนาดลวดเชื่อม ELECTRODE SIZE	กระแสไฟเชื่อม WELDING CURRENT แอมแปร์ AMPERAGE	แรงดัน VOLTAGE โวลต์ VOLT	ขั้วเชื่อม POLARITY
Ø 0.8 - 1.2 มม.	ตามคำแนะนำของ	ตามคำแนะนำของผู้ผลิต	ตามคู่มือลวดเชื่อมกำหนด

รูปรอยต่อ: รอยต่อรูปตัวที – ท่าเหนือศีรษะ, FW PD (ISO 6947)

JOINT CONFIGURATIO! Fillet Weld - Horizontal Overhead Position, FW PD (ISO 6947)





t = ความหนาของชิ้นทดสอบ

หมายเหตุ ความหนาของชิ้นทดสอบสามารถกำหนดให้มีความหนาแตกต่างกันได้

กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงาน

Department of Skill Development Ministry of Labour

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ
สาขาอาชีพช่างอุตสาหการ สาขาช่างเชื่อมแม็ก
THAI NATIONAL SKILL STANDARD
METAL ACTIVE GAS WELDER

การทดสอบรับรองช่างเชื่อม ระดับ 1 — **ตามมาตรฐาน ISO 9606-1**

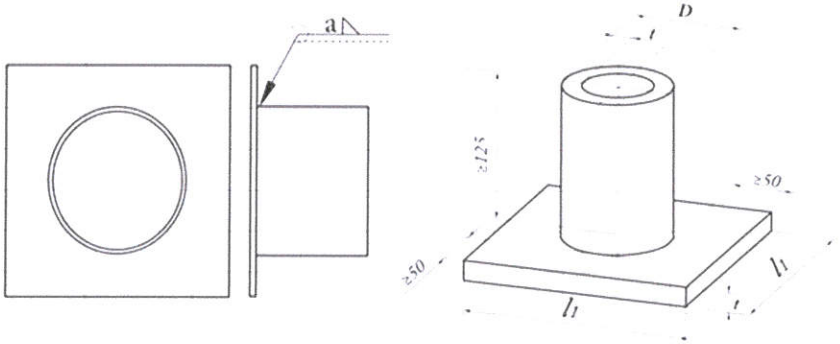
WELDER APPROVAL TEST Level 1 — **Meets the requirements of ISO 9606-1**

ข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม	ISO 9606-1 135 T FW FM1 S t..... D..... PH ml				
WELDING PROCEDURE SPECIFICATION:					
ประเภทเหล็กกล้า	เหล็กกล้าคาร์บอน				
STEEL GROUP:	Group 1 (ISO / TR 15608)				
ความหนาของชิ้นงาน	t ≥ 3 mm (.....mm)	ช่วงการรับรอง	≥ 3 mm		
MATERIAL THICKNESS OF TESTPIECE		RANGE OF QUALIFIED:			
กระบวนการเชื่อม	การเชื่อมแม็ก				
WELDING PROCESS:	Metal Active Gas Welding - 135 (ISO 4063)				
ท่าเชื่อม	ท่าตั้งเชื่อมขึ้น		ทิศทางการเชื่อม	เชื่อมขึ้น	
POSITION:	FW-PH (ISO 6947)		PROGRESSION:	Upward	
ตำแหน่งที่ครอบคลุมถึง	FW	PA, PB, PD, PE, PF, PH	BW	-	
POSITION(S) QUALIFIED:					
ลวดเชื่อม	มอก.49/ISO 2560 A5.18 ER70S-6 (AWS A5.18 ER70S-6)		ลวดเชื่อมที่ครอบคลุมถึง		
ELECTRODE:			ELECTRODES QUALIFIED:		
เชื่อมแนวเดียวหรือหลายแนว	หลายแนว		ความเร็วในการเชื่อม	ไม่บังคับ	
SINGLE OR MULTIPLE PASS:	Multi-layer		TRAVEL SPEED:	Not mandatory	
การอุ่นชิ้นงานก่อนเชื่อม	ไม่บังคับ	อุณหภูมิระหว่างเที่ยวเชื่อม	ไม่บังคับ		
PREHEAT:	Not mandatory	INTERPASS TEMPERATURE:	Not mandatory		
การอุ่นชิ้นงานหลังเชื่อม	ไม่บังคับ				
POST WELD HEAT TREATMENT:	Not mandatory				
การเตรียมชิ้นงานเชื่อม		ผิวหน้าต้องปราศจากคราบหนา สแลก สนิม ความชื้น น้ำมัน ฝุ่น			
PREPARATION OF TESTPIECE:		Surface shall be free of thick scale, slag, rust, moisture, oil, dirt			
การทำความสะอาดระหว่างชั้นรอยเชื่อม		เคาะและแปรงในตำแหน่งท่าเชื่อม			
INTERPASS CLEANING:		Chipping and brushing in the welding position.			
การทำความสะอาดขั้นสุดท้าย	เคาะและแปรง		ห้ามเจียร		
FINAL CLEANING:	Chipping and brushing		No grinding		

ขนาดลวดเชื่อม ELECTRODE SIZE	กระแสไฟเชื่อม WELDING CURRENT	แรงดัน VOLTAGE	ขั้วเชื่อม POLARITY
	แอมแปร์ AMPERAGE	โวลต์ VOLT	
Ø 0.8 - 1.2 มม.	ตามคำแนะนำของผู้ผลิต	ตามคำแนะนำของผู้ผลิต	ตามคู่มือลวดเชื่อมกำหนด

รูปรอยต่อ: รอยต่อรูปตัวที – ท่าตั้งเชื่อมขึ้น, FW PH (ISO 6947)

JOINT CONFIGURATION: Fillet Weld - Vertical up position, FW PH (ISO 6947)



ข้อสอบช่างเชื่อมแม็ก

ห้ามขีดเขียนลงในตัวข้อสอบ และต้องส่งข้อสอบคืนพร้อมกับกระดาษคำตอบ

การตรวจสอบ

1. การใช้งานรังสีเอ็กซ์มีข้อดีกว่ารังสีแกมม่าในข้อใด
   ก. การควบคุมอันตรายจากรังสี
   ข. ทำงานสะดวกกว่า
   ค. ราคาถูกกว่า
   ง. ทำงานได้ดีในที่จำกัด

2. การใช้งานรังสีแกมม่ามีข้อดีกว่ารังสีเอ็กซ์ในข้อใด
   ก. การควบคุมอันตรายจากรังสี
   ข. เหมาะกับการทำงานนอกสถานที่
   ค. คุณภาพของภาพถ่าย
   ง. ราคาถูกกว่า

3. การตรวจสอบแนวเชื่อมด้วยการถ่ายภาพรังสีมีข้อดีอย่างชัดเจนในข้อใดเมื่อเทียบกับอุลตร้าโซนิค
   ก. ความประหยัด
   ข. การควบคุมอันตราย
   ค. การประเมินตำแหน่งของสิ่งบกพร่อง
   ง. การเก็บหลักฐานด้านผลการตรวจสอบ

4. ในกระบวนการเชื่อมใดที่**ไม่มีจุดบกพร่อง**ประเภทสแลกฝังใน
   ก. การเชื่อมฟลักซ์คอร์
   ข. การเชื่อมมิก/แม็ก
   ค. การเชื่อมไฟฟ้าด้วยมือ
   ง. การเชื่อมแก๊ส

จุดบกพร่อง

5. เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดรูพรุน (Porosity) ในแนวเชื่อม ช่างเชื่อมควรปฏิบัติอย่างไร
   ก. เพิ่มความเร็วลวดเชื่อม
   ข. เพิ่มแรงดันไฟเชื่อม
   ค. เพิ่มความเร็วเดินหัวเชื่อม
   ง. เพิ่มอัตราการไหลของแก๊สปกป้องให้เหมาะสม

6. สิ่งบกพร่องในเนื้อเชื่อมชนิดใดที่ตรวจสอบได้ยากด้วยวิธีอุลตร้าโซนิค
   ก. สารฝังใน
   ข. การหลอมด้านข้างไม่สมบูรณ์
   ค. โพรงยาวรูปตัวหนอน
   ง. ฟองอากาศ

7. สิ่งบกพร่องในเนื้อเชื่อมประเภทใดที่ตรวจสอบได้ยากด้วยการถ่ายภาพรังสี
   ก. การซึมลึกไม่สมบูรณ์
   ข. การหลอมด้านข้างไม่สมบูรณ์
   ค. รอยร้าวกึ่งกลางแนวเชื่อม
   ง. ฟองอากาศ

8. ข้อบกพร่องใดที่เกิดขึ้นได้ง่ายในกระบวนการเชื่อมแม็ก
   ก. สแลกฝังใน
   ข. โพรงยาวรูปตัวหนอน
   ค. การหลอมละลายด้านข้างไม่สมบูรณ์
   ง. รอยแหว่งกัดขอบ

โลหะวิทยา

9. การเพิ่มคาร์บอนในเหล็กกล้าทำให้คุณสมบัติด้านใดของเหล็กกล้า**ลดลง**
   ก. ความเหนียว
   ข. ความเปราะ
   ค. ความแข็ง
   ง. ความต้านแรงดึง

10. เหล็กกล้าชนิดใดที่นำมาใช้ทำงานเชื่อมโครงสร้างต่าง ๆ
    ก. เหล็กกล้าละมุน (Mild steel)
    ข. เหล็กกล้าเจือต่ำ (Low alloy steel)
    ค. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High carbon steel)
    ง. เหล็กกล้าเจือสูง (High alloy steel)

11. เหล็กกล้าชนิดใดต่อไปนี้ **ไม่มีความจำเป็น**ต้องอุ่นชิ้นงานก่อนเชื่อม (Pre-heating)
    ก. เหล็กกล้าเจือต่ำ มีคาร์บอนผสม 0.4%
    ข. เหล็กกล้าเจือต่ำ มีคาร์บอนผสม 0.2%
    ค. เหล็กกล้าคาร์บอน มีคาร์บอนผสม 0.4%
    ง. เหล็กกล้าคาร์บอน มีคาร์บอนผสม 0.2%

12. เหล็กกล้าสแตนเลสที่นิยมใช้ทำถังเก็บน้ำมักพบว่ามีการเขียนกำกับไว้ว่าทำจากเหล็กกล้าสแตนเลส 18-8 ตัวเลข 18-8 หมายถึงอะไร
    ก. โครเมียม 18% นิกเกิล 8%
    ข. นิกเกิล 18% โครเมียม 8%
    ค. แสดงระดับความแวววาวสูงสุด
    ง. ค่าความต้านแรงดึงและเปอร์เซ็นต์การยืดตัว

13. เหล็กกล้าสแตนเลสชนิดใดที่จำเป็นต้องอุ่นชิ้นงานก่อนเชื่อม (Pre-Heat)
    ก. AISI 304
    ข. สแตนเลส 18-8
    ค. เหล็กกล้ามาร์เทนซิติกสแตนเลส
    ง. เหล็กกล้าออสเตเนติกสแตนเลส

แก๊สปกป้อง

14. ในการพิจารณาปรับใช้ปริมาณของแก๊สปกป้องโดยทั่วไปนิยมใช้สูตรข้อใด (ลิตร/นาที)
    ก. 10 X ความหนาชิ้นงาน
    ข. 10 X ความโตของลวด
    ค. 10 X ระยะยื่นของลวด
    ง. 10 X ความโตหัวฉีด

15. แก๊สปกป้องชนิดใดเมื่อได้รับความร้อนประมาณ 600°C จะเปลี่ยนแปลงเป็นแก๊สพิษ
    ก. แก๊สฮีเลียม (He)
    ข. แก๊สอาร์กอน (Ar)
    ค. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)
    ง. แก๊สไนโตรเจน (N)

16. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ บรรจุอยู่ภายในขวดเหล็กกล้าปริมาตรขวด 40 ลิตร บรรจุจริงได้กี่ลิตร
    ก. 3,000 ลิตร
    ข. 4,000 ลิตร
    ค. 5,000 ลิตร
    ง. 6,000 ลิตร

17. การเปิดใช้แก๊ส CO_2 จนหมดขวดและปิดวาล์วทิ้งไว้ จะมีผลให้ความชื้นและสารสกปรกเข้าไปในขวดได้ และสารสกปรกเข้าไปภายในขวดได้ ปกติจะให้ความดันของแก๊สค้างอยู่ภายในขวดประมาณเท่าไร
    ก. 150 PSI (1.03 N/mm^2)
    ข. 200 PSI (1.4 N/mm^2)
    ค. 250 PSI (1.75 N/mm^2)
    ง. 300 PSI (2.5 N/mm^2)

18. แก๊สผสม CO_2 25 % กับ Ar 75 % นิยมใช้เป็นแก๊สปกป้องกับโลหะชิ้นงานประเภทใด
    ก. เหล็กกล้าละมุนและเหล็กกล้าผสมต่ำ
    ข. เหล็กกล้าผสมต่ำและเหล็กกล้าเครื่องมือ
    ค. เหล็กกล้าสแตนเลสออสเทนนิติก
    ง. โลหะนอกกลุ่มเหล็ก

ลวดเชื่อม(Electrode)

19. ตามมาตรฐานลวดเชื่อม AWS. A 5.20 E70T - 1 เลข 7 และ 0 หมายถึงอะไร
    ก. 7 ค่าความต้านทานแรงดึงต่ำสุด 70,000 PSI 0 เชื่อมท่าราบและท่าระดับ
    ข. 7 ค่าจุดคราก (Yield Point) 70,000 PSI 0 เชื่อมได้ทุกท่าเชื่อม
    ค. 7 อัตราการยืดตัวสูงสุด 70% 0 เชื่อมได้ท่าราบและท่าตั้ง
    ง. 7 ค่าทนแรงกระแทกต่ำสุด 70 จูล 0 เชื่อมได้ทุกท่าเชื่อม

20. ตามมาตรฐานลวดเชื่อม AWS.A 5.18-93 ER 70 S-6 เลข 70 S หมายถึงอะไร
    ก. 70 ค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดที่ 70,000 PSI S คือ Sulpher
    ข. 70 ค่าความต้านแรงดึงต่ำสุดที่ 70,000 PSI S คือ Solid
    ค. 70 ค่าทนแรงกระแทกต่ำสุด 70 จูล , S คือ Steel
    ง. 70 ค่าอัตรายืดตัวสุงสุด 70 % , S คือ Silicon

21. การทดสอบรับรองคุณภาพลวดเชื่อมตามมาตรฐาน AWS. A5.18 ในระหว่างการเชื่อมชิ้นงานสอบจะต้องรักษาควบคุมอุณหภูมิแต่ละแนวเชื่อมไม่ให้สูงเกินกี่องศา
    ก. $100 \pm 15^{\circ}C$
    ข. $150 \pm 14^{\circ}C$
    ค. $200 \pm 15^{\circ}C$
    ง. $250 \pm 14^{\circ}C$

22. ลวดอีเล็กโทรดขนาดเล็ก ($< \phi$ 1.2) จะให้การส่งถ่ายน้ำโลหะ(Metal Transfer) แบบใด
    ก. Globular Transfer)
    ข. Spray Transfer
    ค. Pulsed Transfer
    ง. Short Circuiting Transfer

กระบวนการเชื่อมทั่วไป

23. ข้อใดที่**ไม่จัด** อยู่ในกระบวนการเชื่อมอาร์ก (Arc Welding Process)
    ก. เชื่อมไฟฟ้ามือถือ (MMAW)
    ข. เชื่อมมิก/แม็ก (MIG/MAG)
    ค. เชื่อมซับเมอร์จ (Submerge Arc Welding)
    ง. เชื่อมอิเล็กโทรสแลก (ESW – Electroslag W.)

24. การเชื่อมซับเมอร์จ (Submerge Arc) **ข้อใดที่ไม่ได้นำมาใช้**
    ก. สแลกหลอม (Molten Slag)
    ข. ฟลักซ์แบบบอนดิ้ง (Bonding Flux)
    ค. ลวดอิเล็กโทรด (Wire Electrode)
    ง. แก๊สปกป้อง (Shielding Gas)

25. กระบวนการเชื่อมอิเล็กโทรสแลก (Electroslag Welding) มีหลักการทำงานอย่างไร
    ก. ใช้ลวดอิเล็กโทรดอาร์กอยู่ตอนบนมีผงฟลักซ์ปกคลุมท่าราบ
    ข. สามารถเชื่อมได้กับงานทุกตำแหน่งท่าเชื่อมอาร์กใต้ผงฟลักซ์
    ค. ใช้เชื่อมชิ้นงานต่อชนโลหะบาง ในตำแหน่งท่าตั้งขึ้น
    ง. ใช้ความต้านทานกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอิเล็กโทรด ฟลักซ์ และโลหะชิ้นงานหลอมละลายร่วมกัน

26. กระบวนการเชื่อมเสียดทาน (Friction Welding) มีหลักการทำงานอย่างไร
    ก. นำวัสดุชิ้นงาน 2 ชิ้นหมุนด้วยความเร็วและเสียดทานกัน
    ข. ชิ้นงานชิ้นหนึ่งหมุนด้วยความเร็วสูง อีกชิ้นหนึ่งอยู่กับที่ให้เสียดทานกัน
    ค. ใช้แรงกดเข้าช่วยหรือไม่ต้องใช้ก็ได้เมื่อชิ้นงานหลอม
    ง. ใช้วัสดุชิ้นงานชนิดเดียวกันเท่านั้นถึงจะเชื่อมได้

เทคนิคการเชื่อม MAG

27. ขณะเชื่อมเกิดอัตราป้อนลวดไม่สม่ำเสมอและเกิดการหลอมลวดย้อนกลับ (Burn Back) เกิดจากสาเหตุใด
    ก. ต่อขั้วกระแสไฟผิดพลาด
    ข. การต่อสายดินไม่แน่น
    ค. สายเคเบิลเชื่อมหรือสายเชื่อมยาวเกินไป
    ง. มอเตอร์ขับป้อนลวดเสีย

28. ขณะเชื่อมลวดอิเล็กโทรดกระแทก หรือตำ(Stubs)กับโลหะชิ้นงาน เกิดจากสาเหตุใด
    ก. แรงดันสูงเกินไป
    ข. อัตราป้อนลวดสูงเกินไป
    ค. อัตราไหลของแก๊สสูงเกินไป
    ง. เอียงมุมหัวเชื่อมมากเกินไป

29. การเชื่อมชิ้นงานเหล็กบางต่อชนควรใช้เทคนิคการเชื่อมแบบใด
    ก. เชื่อมเดินหน้าใช้มุมผลัก (Push Angle) 5^{o} -10^{o}
    ข. เชื่อมถอยหลังใช้มุมตาม (Drag Angle) 5^{o} -10^{o}
    ค. ส่ายลวดเชื่อมสลับฟันปลา และพักลวด
    ง. ใช้ระยะยื่น (Stickout)

30. ในการเชื่อมตำแหน่งท่าตั้งเชื่อมลง (Vertical Down) ถ้าบ่อหลอมวิ่งนำหน้าเปลวอาร์ก ท่านจะป้องกันอย่างไร
    ก. ใช้ระยะยื่น(Stickout)ยาวขึ้น
    ข. ปรับกระแสไฟและแรงดันให้สูงขึ้น
    ค. ปรับมุมลวดเชื่อมให้เกิดมุมผลัก(Push Angle) มากขึ้น
    ง. เดินแนวเชื่อมให้เร็วขึ้น ปรับมุมหัวเชื่อมให้เป็นมุมตาม (Drag Angle)

เครื่องเชื่อมMAG และอุปกรณ์

31. เครื่องเชื่อมในกระบวนการเชื่อมแม็กนิยมใช้เครื่องเชื่อมแบบแรงดันคงที่ (Constant Voltage) มีหลักการทำงานอย่างไร
    ก. ให้เปลวอาร์กคงที่สม่ำเสมอตลอดเวลา
    ข. ให้เส้นกราฟแรงดัน - กระแสเป็นเส้นตรง
    ค. ให้ค่าวัฏจักร (Duty Cycle) 100 %
    ง. ที่กล่าวมาถูกทุกข้อ

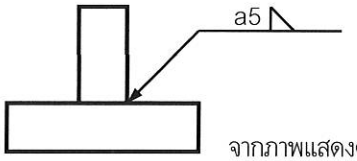
32. ค่าวัฏจักร (Duty Cycle) ของเครื่องเชื่อมที่ระบุไว้ที่ 60% มีความหมายว่าอย่างไร
    ก. ภายในเวลา 10 นาที เครื่องจะพัก 10 นาที จะทำงานได้ 6 นาที
    ข. ภายในเวลา 10 นาที เครื่องจะทำงานได้ 6 นาที พัก 4 นาที
    ค. ภายใน 100 นาที ภายในเครื่องจะทำงาน 60 นาที พัก 40 นาที
    ง. ภายใน 100 นาที เครื่องจะพัก 60 นาที ทำงาน 40 นาที

33. การส่งถ่ายน้ำโลหะ (Metal Transfer)แบบใด เหมาะที่จะเชื่อมแผ่นโลหะชิ้นงานบางๆ ลวดอีเล็กโทรดขนาดเล็ก ท่าราบ กระแสไฟต่ำ
    ก. short Circuit Transfer
    ข. Globular Transfer
    ค. Spray Transfer
    ง. Pulsed Arc Transfer

34. ท่อนำลวดที่มีขนาดโตเกินไป จะมีผลอย่างไร
    ก. ทำให้การอาร์กไม่สม่ำเสมอ
    ข. ทำให้การอาร์กดี
    ค. ทำให้ลวดเกิดความร้อน
    ง. ทำให้ลวดวิ่งผ่านได้สะดวก

35. กระแสพัลซ์ (Pulsed Current) หมายถึงข้อใด
    ก. ภายในหนึ่งช่วงเวลา เครื่องจะให้แรงดันได้ 2 ระดับ คือแรงดันสูงมาก และต่ำมาก
    ข. ภายในช่วงเวลา เครื่องจะให้กระแสได้สองระดับ คือกระแสสูงและต่ำ
    ค. ภายในหนึ่งช่วงคลื่นกระแส จะให้กระแสบวก และกระสลบ
    ง. ภายในช่วงคลื่นของแรงดัน จะให้แรงดันบวกและแรงดันลบ

สัญลักษณ์งานเชื่อม

36. 

จากภาพแสดงความหมายสัญลักษณ์ตามมาตรฐาน AWS เป็นแนวเชื่อมแบบใด

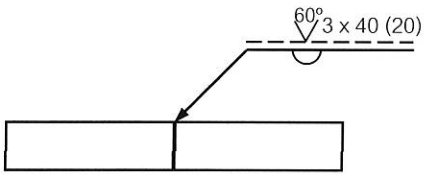
ก. แนวเชื่อมขอบ เชื่อมด้านลูกศรชี้ ขนาดโทรด 5 มม.

ข. แนวเชื่อมฉาก เชื่อมด้านลูกศรชี้ ขนาดขา 5 มม.

ค. แนวเชื่อมมุม เชื่อมด้านตรงข้ามลูกศรชี้ ขนาดขา 5 มม.

ง. แนวเชื่อมฟิลเล็ท เชื่อมด้านตรงข้ามลูกศรชี้ ขนาดโทรด 5 มม.

37. ข้อใดอธิบายถูกต้องตามภาพกำหนดให้ชิ้นงานยาว160 มม. หนา 12 มม. พิจารณาตามมาตรฐาน ISO 2553



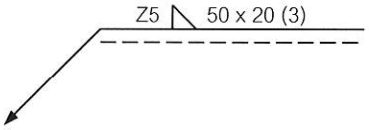
ก. บากรูปวีด้านตรงข้ามกับหัวลูกศรชี้ เชื่อมแนวยาว 40 มม. เว้นห่าง 20 มม. 3 ช่วง เชื่อมทับแนวด้านหลังด้วย

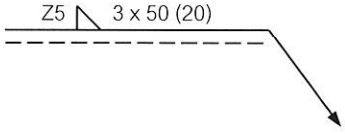
ข. บากรูปวีด้านที่หัวลูกศรชี้ เชื่อมแนวยาว 20 มม. เว้นห่าง 40 มม. 3 ช่วง เชื่อมแนวตรงกันข้ามด้วย

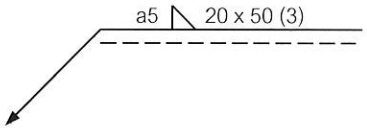
ค. บากรูปวีด้านลูกศรชี้ เชื่อมแนวยาว 40 มม. เว้นห่าง 20 มม. 3 ช่วง เชื่อมหลอมย้อยทะลุด้านหลัง

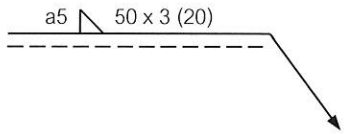
ง. บากรูปวีด้านตรงกันข้ามลูกศรชี้ เชื่อมแนวยาว 20 มม. เว้นห่าง 40 มม. 3 ช่วง และเชื่อมหลอมย้อยทะลุด้านหลัง

38. ต้องการเชื่อมต่อฟิลเล็ท มีขนาดขา 5 มม. แนวยาว 50 มม. เว้นห่าง 20 มม. 3 ช่วง ด้านลูกศรชี้ ตาม ISO 2553 ข้อใดแสดงสัญลักษณ์ถูกต้อง

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

39.

จากภาพข้อใดอธิบายความหมายของสัญลักษณ์ได้ถูกต้องตามมาตรฐาน AWS

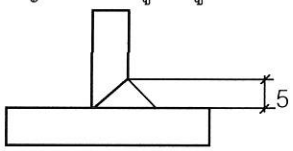
ก. แนวเชื่อมต่อชนบากวี เชื่อมหลอมลึกด้านหลัง เชื่อมด้านตรงข้ามลูกศรชี้ ตำแหน่งท่าราบ ลวดเชื่อม E 7016

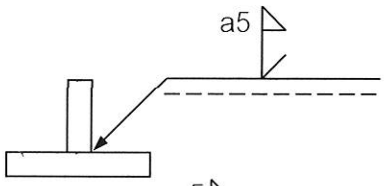
ข. แนวเชื่อมต่อชนบากวี เชื่อมด้านลูกศรชี้ เชื่อมทับด้านหลังอีกแนว ท่าราบ ลวด E 7016

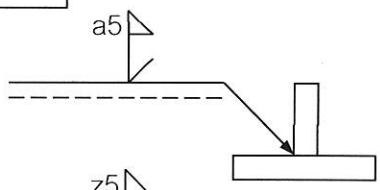
ค. แนวเชื่อมต่อขอบบากวี เชื่อมด้านตรงข้ามลูกศรชี้ เชื่อมทับด้านหลังอีกแนว ท่าราบ ลวดเชื่อม E 7016

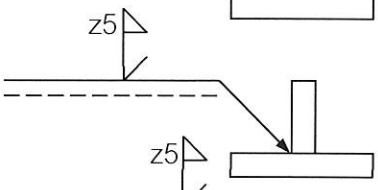
ง. แนวเชื่อมต่อชนบากวี เชื่อมด้านลูกศรชี้ หลอมลึกออกด้านหลัง ท่าราบ ลวด E 7016

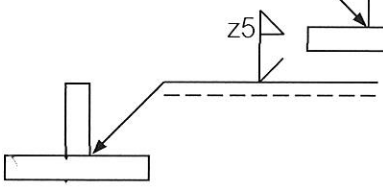
40. ข้อใดแสดงสัญลักษณ์ตามรูปได้ถูกต้อง



ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

กระดาษคำตอบ MAG

ชื่อ – นามสกุล .....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

จงกาเครื่องหมาย X ข้อที่คิดว่าถูกที่สุดลงในช่องว่างข้างล่าง

	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

	ก	ข	ค	ง
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				

กระดาษคำตอบ เฉลย MAG

ชื่อ – นามสกุล .....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

จงกาเครื่องหมาย X ข้อที่คิดว่าถูกที่สุดลงในช่องว่างข้างล่าง

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

	ก	ข	ค	ง
26		X		
27	X			
28		X		
29	X			
30				X
31				X
32		X		
33	X			
34	X			
35		X		
36				X
37	X			
38		X		
39				X
40				X
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				