

บทเรียนที่ 8

มาตรฐานการทดสอบ
ช่างเชื่อมงานแผ่นและงานท่อเหล็กกล้า



หัวข้อเรื่อง (Topics)

8.1 มาตรฐานการปฏิบัติในการเชื่อม

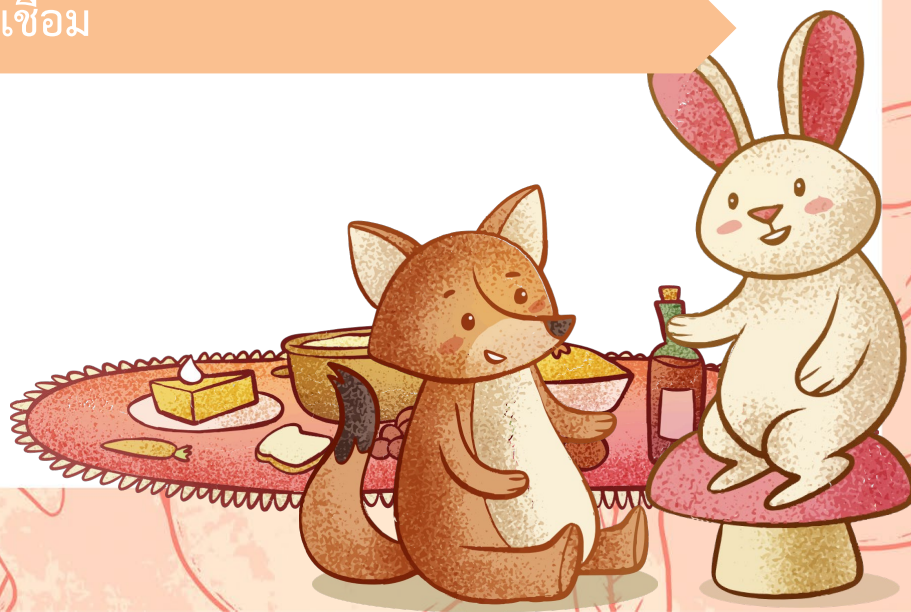
8.2 การทดสอบช่างเชื่อมสำหรับงานแผ่นและงานท่อเหล็กกล้า

8.3 การทดสอบช่างเชื่อม

8.4 หลักการเบื้องต้นและวิธีการตรวจสอบ

8.5 หลักและวิธีการสอบมาตรฐานช่างเชื่อม มาตรฐาน ISO-9606

8.6 ชนิดของรอยต่อและตำแหน่งท่าเชื่อม



เนื้อหาสาระ (Content)

8.1 มาตรฐานการปฏิบัติในการเชื่อม

มาตรฐานการปฏิบัติในการเชื่อม (Welding Workmanship Standards)

ช่างเชื่อมทุกคนเป็นผู้ที่จะต้องรับผิดชอบต่องานเชื่อมของตน ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องปฏิบัติตามวิธีมาตรฐานที่ใช้ในการเชื่อมข้างล่างนี้ อันเป็นวิธีจะทำให้แนวเชื่อมมีคุณภาพสูง ข้อปฏิบัติข้างล่างนี้อาจเป็นข้อปฏิบัติตามมาตรฐานของบริษัทใด ๆ ก็ได้ โดยมี Code หรือ ข้อกำหนดเฉพาะกำกับไว้อีกทีหนึ่ง ข้อปฏิบัติมาตรฐานมีดังต่อไปนี้

1. ผิวงานส่วนที่จะเชื่อมจะต้องปราศจากสนิม สี จารบี น้ำมัน น้ำ และอื่นๆ
2. ในการบากงานสำหรับแนวต่อแบบร่อง จำเป็นต้องเว้นระยะห่างระหว่างชิ้นงานที่แนวเชื่อมส่วนล่างให้พอเหมาะกับความหนาของงาน
3. ถ้าการต่อแบบตัวที่ที่ระยะห่างของแนวเชื่อมต่อมากกว่า $1/16$ นิ้ว ขนาดของแนวเชื่อมแบบฟิลเลทจะต้องเท่ากับขนาดที่กำหนดให้บวกระยะห่างของแนวต่อด้วย
4. ในกรณีที่ต้องการการ Preheat หรือ Interpass Temperature จะต้องกระทำเพื่อให้ได้คุณสมบัติตามที่กำหนด

5. ลวดเชื่อมที่ใช้จะต้องมีส่วนผสมที่เข้ากับโลหะชิ้นงานได้ หรือใช้ลวดเชื่อมตามที่กำหนดให้
6. จะต้องทำตามวิธีการเชื่อมที่ถูกต้อง ซึ่งหมายถึงการใช้ชนิดของลวดเชื่อมขนาดตลอดจนอุณหภูมิในการ Preheat หรือ Interpass Temperature ที่ถูกต้อง
7. แนวเชื่อมยัดใด ๆ ที่เกิดแตกร้าวหรือมีจุดบกพร่องจะต้องเอาออกให้หมดก่อนที่จะเชื่อมแนวเชื่อมจริงทับลงไป
8. แนวเชื่อมส่วนเกินที่มีการแตกร้าวหรือมีรูปร่างผิดปกติ จะต้องได้รับการซ่อมแซมเสียก่อนที่จะเชื่อมแนวต่อไป
9. แนวเชื่อมส่วนเกินหรือแนวเชื่อมที่มีสารอื่นรวมตัวอยู่ จำเป็นจะต้องขจัดออกและทำการเชื่อมใหม่
10. หลุม (Crater) ที่ปลายแนวเชื่อมจะต้องถูกเติมให้เต็ม ก่อนที่จะเชื่อมแนวต่อไป
11. จะต้องทำความสะอาดแนวเชื่อมเป็นอย่างดีโดยตลอด ก่อนที่จะเชื่อมทับด้วยแนวเชื่อมแนวต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับแนวเชื่อมชนิด Multiple-Pass Weld
12. ข้อกำหนดขนาดและความยาวของแนวเชื่อมบนพิมพ์เขียวหรือแบบ เป็นข้อกำหนดที่มีค่าต่ำสุด

13. ความนูนของแนวเชื่อมไม่ควรเกิน 1/16 นิ้ว สำหรับการเชื่อมด้วยมือ
14. การแกว่ง (Unde-cut) ไม่เป็นที่ยอมรับสำหรับแนวเชื่อมที่ต้องรับแรงหรือโหลดสูง
15. แนวเชื่อมร่องเปิด (Root Opening) จะต้องมีการละลายตลอดแนวหน้าตัด ไม่ว่าการเชื่อมนั้นจะใช้แผ่นปะกับหลังหรือไม่ก็ตาม
16. แนวเชื่อมที่ตรวจพบว่ามีสแลกหรือความไม่เรียบร้อยอยู่ภายในจะต้องเขาออกจนหมด และทำการเชื่อมใหม่ แต่ถ้าสแลกหรือจุดบกพร่องนี้น้อยอาจเป็นที่ยอมรับได้
17. การแตกร้าวใต้แนวเชื่อม ซึ่งตรวจพบด้วยการทดสอบแบบ NDT จะต้องเขาออกแล้วทำการเชื่อมใหม่
18. งานทุกงานควรวางให้อยู่ในตำแหน่งท่าราบ (Fla) ถ้าเป็นไปได้
19. งานหรือแนวเชื่อมเฉพาะอย่างที่มีจำนวนมาก อาจนำมาตรวจสอบด้วยสายตา หรือด้วย NDT โดยวิธีสุ่ม เพื่อพิจารณาคุณภาพของแนวเชื่อม
20. ช่างเชื่อมอาจจะต้องสอบใหม่ ถ้าผู้ตรวจหรือผู้ให้คำแนะนำ สงสัยในผลงานเชื่อมของเขา

8.2 การทดสอบช่างเชื่อมสำหรับงานแผ่นและงานท่อเหล็กกล้า

การทดสอบช่างเชื่อมสำหรับงานแผ่นและงานท่อเหล็กกล้า มีมาตรฐานและข้อกำหนดหลายประเภทซึ่งครอบคลุมถึงคุณภาพและความปลอดภัยของงานเชื่อม โดยทั่วไปแล้ว มาตรฐานเหล่านี้มีจุดประสงค์เพื่อให้มั่นใจว่างานเชื่อมมีความแข็งแรง ทนทาน และปลอดภัยต่อการใช้งานในการทดสอบช่างเชื่อมที่สำคัญ มีดังนี้

8.2.1 มาตรฐานการทดสอบช่างเชื่อม

1. AWS (American Welding Society)

- AWS D1.1 เป็นมาตรฐานการเชื่อมโครงสร้างเหล็กที่ใช้กันอย่างแพร่หลายครอบคลุมการเชื่อมงานแผ่นและท่อเหล็กกล้า
- AWS D1.2 มาตรฐานสำหรับการเชื่อมอลูมิเนียม
- AWS D1.3 มาตรฐานสำหรับการเชื่อมแผ่นเหล็กบาง

2. ASME (American Society of Mechanical Engineers)

- ASME Section IX มาตรฐานสำหรับการทดสอบและรับรองช่างเชื่อมและกระบวนการเชื่อมในงานท่อและหม้อไอน้ำ
- ASME B31.3 มาตรฐานสำหรับการเชื่อมท่อในงานกระบวนการผลิต

3. ISO (International Organization for Standardization)

- 150 9606-1 มาตรฐานสำหรับการทดสอบและรับรองช่างเชื่อมเหล็กกล้า
- ISO 15614 มาตรฐานสำหรับกระบวนการเชื่อมต่างๆ รวมถึงงานท่อและแผ่นเหล็ก

4. EN (European Norm)

- EN 287 มาตรฐานสำหรับการทดสอบช่างเชื่อมเหล็ก
- EN 1418 มาตรฐานสำหรับการเชื่อมอัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติ

8.2.2 ประเภทของการทดสอบแนวเชื่อม

2. การทดสอบแบบไม่ทำลาย (Non-Destructive Testing, NDT)

- Visual Inspection (VT) การตรวจสอบด้วยสายตา เพื่อดูข้อบกพร่องภายนอก
- Radiographic Testing (RT) การตรวจสอบด้วยรังสี เพื่อดูข้อบกพร่องภายใน
- Ultrasonic Testing (UT) การตรวจสอบด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง เพื่อดูข้อบกพร่องภายใน
- Magnetic Particle Testing (MT) การตรวจสอบด้วยอนุภาคแม่เหล็ก เพื่อดูรอยแตกหรือข้อบกพร่องบนผิวหน้าของรอยเชื่อม
- Liquid Penetrant Testing (PT) การตรวจสอบด้วยของเหลวซึมผ่าน เพื่อดูรอยแตกหรือข้อบกพร่องบนผิวหน้าของรอยเชื่อม

8.2.3 กระบวนการรับรองช่างเชื่อม

1. การทดสอบทฤษฎี เพื่อให้ช่างเชื่อมมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการและมาตรฐานการเชื่อม
2. การทดสอบภาคปฏิบัติ เพื่อให้ช่างเชื่อมแสดงทักษะและความชำนาญในการเชื่อมตามกระบวนการที่กำหนด
3. การประเมินผล โดยผู้ตรวจสอบที่มีคุณสมบัติ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและคุณภาพของงานเชื่อมการยึดมั่นในมาตรฐานเหล่านี้จะช่วยให้การทำงานเชื่อมมีความปลอดภัยและมีคุณภาพสูง ตอบสนองความต้องการของโครงการและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

8.3 การทดสอบช่างเชื่อม

การทดสอบช่างเชื่อม (welderQualifications) ก่อนที่ช่างเชื่อมจะเริ่มลงมือทำงานใดๆ ก็ตามที่เราควบคุมไว้ด้วย Code หรือข้อกำหนดในการเชื่อม เขาจะต้องเป็นผู้ได้รับการรับรองว่าเป็นผู้ที่สามารถปฏิบัติตามความต้องการของข้อกำหนดนั้นๆ ได้ มี Code ต่างๆมากมายที่ใช้กันในปัจจุบัน แต่ในการสอบคัดเลือกช่างเชื่อมจะกระทำเฉพาะ Code ใด Code หนึ่งเท่านั้นในแต่ละครั้ง งานต่างๆที่ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของ Code พอจะยกตัวอย่างได้ดังนี้ คือ ภาชนะหรือท่อที่ต้องรับแรงดันสูงสะพาน สิ่งก่อสร้างสาธารณะ ถังหรือภาชนะที่ใช้บรรจุวัสดุติดไฟและเกิดระเบิดได้ ท่อที่ต่อเชื่อมโยงระหว่างประเทศ เครื่องบิน วัสดุที่ใช้ทำอาวุธ เรื่องงานต่าง ๆดังกล่าวมาแล้วนี้ย่อมต้องการวิธีการเชื่อมที่แน่นอนมาตรฐาน

การรับรองคุณสมบัติของช่างเชื่อมของแต่ละ Code ย่อมแตกต่างกัน ช่างเชื่อมที่ได้รับการรับรองจาก Code หนึ่งไม่ได้หมายความว่าได้รับการรับรองใน Code อื่น ๆ ด้วย ในเกือบทุกกรณีที่ช่างเชื่อมซึ่งได้รับการรับรองจากบริษัทหนึ่งย่อมจะไม่เป็นที่ยอมรับจากบริษัทอีกบริษัทหนึ่งในทำนองเดียวกัน ถ้าช่างเชื่อมใช้วิธีการเชื่อมที่แตกต่างออกไปหรือใช้ลำดับการทำงานสลับกันมากเกินไป ก็จำเป็นจะต้องมีการทดสอบกันใหม่ แต่ในกรณีที่ช่างเชื่อมได้ทำการเชื่อมใน Code หนึ่งต่อเนื่องกันมาเป็นเวลานาน การทดสอบใหม่ออมไม่มีความจำเป็นสำหรับช่างเชื่อมผู้นั้น เว้นแต่ช่างเชื่อมผู้อยู่ภายใต้ Military Aircraft Code จะต้องมีการทดสอบในทุก ๆ 6 เดือน

การทดสอบอาจจะจัดให้มีขึ้นโดยโรงงานหรือผู้ทำสัญญาทำงานนั้น ๆ ในการเชื่อมภาชนะหรือท่อรับแรงดันสูง ไม่เพียงแต่ช่างเชื่อมเท่านั้นที่จะต้องได้รับการทดสอบ แต่วิธีการในการเชื่อมจะต้องได้รับการรับรองเป็นอันดับแรก ส่วน Code อื่นวิธีการดังกล่าวอาจไม่จำเป็น ในการทดสอบช่างเชื่อม ช่างเชื่อมจะต้องทำการจากงานที่กำหนดให้ เช่นกระบวนการเชื่อม โลหะขึ้นงาน ความหนา ชนิดของลวดเชื่อมตอดจนท่าเชื่อมและชนิดของแนวต่อ ชิ้นทดสอบจะต้องเตรียมตามขนาดมาตรฐานและควบคุมด้วยกรรมวิธีการที่ได้รับการคัดเลือกมาแล้วตามกฎหมายของทางราชการจะต้องมีผู้ตรวจของรัฐคนหนึ่งเป็นผู้รู้เห็นในการทดสอบชิ้นงานนั้น วิธีทดสอบธรรมดาที่ใช้กันมากที่สุด คือ "ทดสอบโดยการตัดงอ" อย่างไรก็ตามในบางกรณีอาจใช้ตรวจสอบด้วยวิธี X-ray, ทดสอบโดยการหักดูเนื้อโลหะภายในวิธีอื่นๆ ถ้าการทดสอบปรากฏผลเป็นที่พอใจและตรงตามมาตรฐาน ช่างเชื่อมผู้นั้นก็จะเป็นผู้ได้รับการรับรองให้ปฏิบัติงานเชื่อมภายใต้ Code

Guide to Welding Quality Control (NDT) Techniques

เทคนิค	เครื่องมือที่ใช้	จุดบกพร่อง ที่ต้องการค้นหา	ข้อดี	ข้อเสีย	ข้อควรพิจารณา อื่นๆ
ตรวจด้วยตา (Visual)	แว่นขยาย หน้ากาก เชื่อม ฉาบกระเป่า ไฟฉาย เgezวัด แนวเชื่อม กระจกหมอปืน มาตรฐานการ เชื่อมต่าง ๆ	การเตรียมงาน แนวต่อประชิด ความสะอาด ความหยาบ การกระเด็นของ เม็ดโลหะ การแห้วง การเกย การหลอมละลาย ลึกและวิธีการ เชื่อม	ใช้ง่าย รวดเร็ว ราคาถูก สามารถ นำไปใช้กับทุก ๆ ระยะการผลิต	สามารถใช้กับ พื้นผิวภายนอก เท่านั้น ผลการ ตรวจสอบขึ้นอยู่กับ ความเห็นของ ผู้ตรวจ	เป็นเทคนิค การตรวจสอบ ที่ใช้กันมากที่สุด
ใช้แม่เหล็ก กับผงเหล็ก (Magnetic Particle)	ผงเหล็กเปียกหรือ แห้งหรือเรืองแสง แม่เหล็กแสดมีด สำหรับใช้กับ ผงเหล็กชนิด เรืองแสง	จุดแยกที่พื้นผิว และใต้พื้นผิว เล็กน้อย รอบร้าว และอื่น ๆ Perosity และ สแลกใต้แนวเชื่อม สำหรับโลหะบาง	บอกให้ทราบ จุดที่ไม่ต่อเนื่อง กันซึ่งมองไม่เห็น ด้วยตา เหมาะ สำหรับตรวจ เช็คขอบชิ้นงาน ก่อนเชื่อมหรือ การซ่อมไม่จำกัด ขนาด	ใช้กับงานที่เป็น แม่เหล็กได้เท่านั้น ความไม่เรียบของ ผิวงานอาจเป็น สาเหตุให้ สนามแม่เหล็ก เพี้ยนไปได้	การตรวจสอบ ควรทำในสอง ทิศทางที่ตั้งได้ ฉากซึ่งกันและกัน

เทคนิค	เครื่องมือที่ใช้	จุดบกพร่อง ที่ต้องการค้นหา	ข้อดี	ข้อเสีย	ข้อควรพิจารณา อื่นๆ
ใช้ของเหลว แทรกซึม (Liquid Penetrant)	ของเหลวแทรกซึม ชนิดเรืองแสง หรือชนิดสีน้ำยา ล้างให้เห็นรูป แสงมือใช้กับ ของเหลวแทรกซึม ชนิดเรืองแสง	จุดบกพร่องที่เปิด พื้นผิวเท่านั้น เหมาะอย่างยิ่ง สำหรับตรวจหา รอยร้าว	จุดบกพร่องแม้จะ เล็กน้อยมากก็ ปรากฏให้เห็นได้ ใช้ง่ายเปลือง ราคาถูก ใช้ได้ทั้ง โลหะที่มี คุณสมบัติเป็นแม่ เหล็ก และที่ไม่ เป็น	บางที่อาจต้องใช้ เวลาในการปฏิบัติ เป็นขั้น ๆ ตาม ลำดับ	นิยมใช้กับ แนวเชื่อมแรก ของการเชื่อมต่อ ถ้างานสกปรก อาจมีบางสิ่ง บางอย่างบอกให้ ทราบถึงบกพร่อง นั้น
ถ่ายภาพด้วยรังสี	รังสี X-Ray หรือ รังสี Gamma เครื่องล้างฟิล์ม Penetra meters	จุดแยกและ จุดบกพร่องต่าง ๆ ภายในแนวเชื่อม	ให้บันทึกที่ถาวร แสดงให้เห็นพื้น ผิวทั้งสองข้างและ จุดบกพร่อง ภายในใช้ได้กับ โลหะทุกชนิด	ตามปกติไม่เหมาะ กับการทดสอบ แนวเชื่อมแบบฟิล เลท มีความยุ่ง ยากในการล้าง ฟิล์มซ้ำและราคา แพง	เป็นเทคนิคการ ทดสอบที่ใช้กัน มากที่สุดสำหรับ ตรวจสอบภายใน แนวเชื่อม นิยมใช้ กับ Code และ ข้อกำหนดต่าง ๆ
ใช้คลื่นเหนือแสง	เครื่องตรวจสอบ Ultrasonic หนังสืออ้างอิงและ แบบเปรียบเทียบ	สามารถค้นหาจุด บกพร่องทั้งหมดที่ ตรวจได้ด้วยวิธีอื่น สามารถค้นพบได้ ด้วยวิธีตรวจสอบ แบบนี้	มีความไวสูงมาก การใช้จำกัดให้ใช้ กับแนวเชื่อมที่ ยุ่งยากซับซ้อน ใช้ได้กับโลหะ ทุกชนิด	ใช้เวลาในการ ตรวจต้องการคน แปลความหมายที่ มีความชำนาญสูง ไม่สามารถเก็บ บันทึกถาวรไว้ได้	ใช้กับงานที่มี รูปร่างผิดปกติ การตรวจสอบ โดยการจุ่มลงไป ในน้ำมักจะใช้ บ่อย ๆ ในบาง Code

8.4 หลักการเบื้องต้นและวิธีการตรวจสอบ

เพื่อรับประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์จำเป็นต้องตรวจสอบผลของการเชื่อม ในการเชื่อมโลหะกับโลหะใช้พลังงานความร้อนสูงซึ่งทำให้ปรมาณูของโลหะเข้าใกล้กัน ดังนั้นจึงไม่สามารถหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของส่วนที่ถูกเชื่อมได้ และภายหลังเชื่อมแล้วถ้าสังเกตผลของการเชื่อมอย่างละเอียดโดยใช้เครื่องตรวจสอบต่าง ๆ จะเห็นว่าในผลของการเชื่อมมีจุดบกพร่องนานาชนิดอยู่ไม่มากนักน้อย และทราบใดที่ไม่ทำการตรวจสอบผลของการเชื่อมก็แทบไม่สามารถเห็นจุดบกพร่องเหล่านี้ได้ เมื่อเวลาผ่านไปจุดบกพร่องบางชนิดจะเป็นสาเหตุที่นำรอยแตกร้าวหรือการกัดกร่อนและเป็นที่ตระหนักแล้วว่าเมื่ออุบัติเหตุเกิดขึ้นจะเริ่มต้นเกิดจากส่วนที่ถูกเชื่อมบ่อย ๆ ในกรณีของผลิตภัณฑ์ที่สำคัญจำเป็นต้องตรวจสอบผลของแนวเชื่อมทั้งหมดอย่างสมบูรณ์

กล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเพื่อยกระดับเทคนิคและสร้างสรรค์วิธีคิดเกี่ยวกับการเชื่อม การตรวจสอบผลของการเชื่อมเป็นเงื่อนไขที่จะละเว้นไม่ได้ ความก้าวหน้าของเทคนิคการเชื่อมของผู้เชื่อมจะก้าวหน้าขึ้น และขณะเดียวกันไม่สามารถสร้างสรรค์วิธีคิดเกี่ยวกับการเชื่อมได้อย่างเพียงพอ เนื่องจากไม่มีโอกาสที่ได้วิเคราะห์ผลของการเชื่อมและพิจารณานโยบายในการป้องกันปัญหาในปัจจุบันวิธีการตรวจสอบมีอยู่นานาชนิด และในแง่ของวิธีการตรวจสอบสามารถแยกโลหะแม่ออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ กรณีที่โลหะแม่ถูกทำลายในกระบวนการตรวจสอบ หมายความว่าเพื่อค้นหาจุดบกพร่องต่าง ๆ ต้องตัดชิ้นงานทดลองออกจากโลหะแม่ และแต่งส่วนที่ตรวจสอบในกรณีของการตรวจสอบแบบทำลายนี้ผลการตรวจสอบยังอยู่ในสภาพที่ไม่สมบูรณ์ผลการตรวจสอบก็จะมี ความคลาดเคลื่อนมาก ดังนั้นผู้ตรวจสอบจำเป็นต้องให้ความระมัดระวังต่อความแม่นยำของชิ้นงานทดลองอย่างจริงจังจึงอีกกรณีหนึ่งโลหะแม่ไม่ถูกตัดออกเป็นชิ้นงานทดลอง การตรวจสอบที่สังกัดกลุ่มนี้จึงถูกเรียกว่าการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย และพอกล่าวได้ว่าในปัจจุบันเลือกใช้การตรวจสอบแบบไม่ทำลายมากกว่าแบบทำลาย เนื่องจากผลิตภัณฑ์ไม่ถูกทำลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เครื่องเอ็กซเรย์และเครื่องคลื่นเสียงอัลตราโซนิกถูกใช้อยู่เป็นเครื่องตรวจสอบที่มีประโยชน์มาก อย่างกว้างขวาง

การตรวจสอบแบบทำลาย

ข้อดี

1. สามารถตรวจสอบสภาพการเปลี่ยนของโครงสร้างโลหะได้
2. สามารถตรวจคุณสมบัติทางกล ฟิสิกส์ และเคมีได้
3. สามารถตรวจความสามารถในการเชื่อมของโลหะแม่ได้

ข้อเสีย

1. ต้องเตรียมชิ้นงานทดลอง
2. วิธีเตรียมชิ้นงานทดลองยาก
3. ไม่สามารถตรวจผลของการเชื่อมทั้งหมดได้

การตรวจสอบแบบไม่ทำลายสภาพ

ข้อดี

1. ผลิตภัณฑ์ไม่ถูกทำลาย
2. ใช้เวลาตรวจสอบสั้นกว่า
3. ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบต่ำกว่า
4. สามารถตรวจสอบผลการเชื่อมทั้งหมดได้

ข้อเสีย

1. ไม่สามารถตรวจสอบการเปลี่ยนของโครงสร้างโลหะได้
2. ไม่สามารถตรวจคุณสมบัติทางกล ฟิสิกส์ และเคมีได้
3. ไม่สามารถตรวจความสามารถในการเชื่อมของโลหะแม่ได้

การตรวจสอบทุกวิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสียอยู่ ผู้ตรวจสอบจำเป็นต้องเลือกใช้ตามลักษณะของการตรวจสอบแต่ละวิธี และปัจจัยสำคัญคือ การจดบันทึกผลของการตรวจสอบอย่างถูกต้อง เพื่อประยุกต์การเชื่อมต่อไปในขณะเดียวกันเงื่อนไขทั้งในการเชื่อมและในการตรวจสอบก็ต้องถูกจดบันทึกพร้อมกับผลของการตรวจสอบการตรวจสอบที่ไม่ทำการจดบันทึกแทบไม่มีความหมาย

จุดมุ่งหมายของบทนี้คือเพื่ออธิบายเกี่ยวกับวิธีการตรวจสอบสำคัญที่ใช้อย่างแพร่หลาย ผู้เรียนวิชาช่างเชื่อมที่อยู่ในระดับอาชีวศึกษาอย่างน้อยที่สุดต้องเข้าใจวิธีการตรวจสอบต่อไปนี้ในการเรียนประจำวัน

การตรวจสอบแบบไม่ทำลาย

1. การตรวจสอบลักษณะภายนอก
2. การตรวจสอบโดยใช้น้ำยาแทรกซึม
3. การตรวจสอบโดยใช้แม่เหล็ก
4. การตรวจสอบโดยใช้คลื่นเสียงอุลตราโซนิก
5. การตรวจสอบโดยใช้เอกซเรย์

8.5 หลักและวิธีการสอบมาตรฐานช่างเชื่อมมาตรฐานISO-9606

ข้อกำหนดการสอบมาตรฐานช่างเชื่อม ISO-9606

ให้กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน/สมาคมการเชื่อมโลหะ-กพร./สชล (Department of Skill Development /Thai welding Society-DSD/TWS) คือ องค์กรร่วมกันระหว่างกรมพัฒนาฝีมือแรงงานและสมาคมการเชื่อมโลหะเพื่อพิจารณาอนุญาตการรับรองมาตรฐานและศูนย์ทดสอบ สัญลักษณ์และคำย่อมาตรฐานงานเชื่อม Iso-9606 มาตรฐานงานเชื่อม Iso-9606 ได้กำหนด สัญลักษณ์ และ คำย่อที่ใช้ กับงานทดสอบ (Test Piece) ดังนี้

1. ชิ้นงานสอบ

BW	butt weld	เชื่อมต่อชน
FW	fillet weld	เชื่อมต้อฟิลเลท เชื่อมต่อฉาก
P	plate	แผ่น
T	pipe (tube or other hollow section)	ท่อ (ท่อหรือ ชิ้นงานกลวง)
D	outside diameter of pipe	เส้นผ่าศูนย์กลางท่อ
t	plate or pipe wall thickness	ความหนาท่อและแผ่น
S	thickness of butt weld	ความหนาแนวเชื่อมต่อชน
a	throat thickness of fillet weld	ความหนาแนวเชื่อมต่อฉาก
Z	leg length of fillet weld	ขาแนวเชื่อมต่อฉาก

2. วัสดุสิ้นเปลือง

nm	no filler metal	ไม่เติมโลหะ
wm	with filler metal	เติมโลหะ
A	acid covering type electrode	ฟลักซ์ประเภทกรด
B	basic covering type electrode	ฟลักซ์ประเภทด่าง
C	cellulosic covering type electrode	ฟลักซ์ประเภทเซลลูโลส
R	rutile covering type electrode	ฟลักซ์ประเภทรูไทล์
RA	rutile-acid covering type electrode	ฟลักซ์ประเภทรูไทล์กรด
bs	welding from both side	เชื่อมสองด้าน
gb	welding with gas backing	เชื่อมใช้แก๊สปกป้องด้านหลัง
gg	back gouging or back grinding of weld	เซาะหรือเจียรด้านหลัง
mb	welding with backing material	เชื่อมโดยใช้วัสดุรองหลัง
nb	welding without backing (no backing)	เชื่อมโดยไม่ใช้วัสดุรองหลัง
ng	no backing gouging or no back grinding	ไม่เซาะหรือเจียรด้านหลัง
ss	single-side welding	เชื่อมด้านเดียว

3. ข้อกำหนดกระบวนการเชื่อม ISO-9606 (Welding Procedure Specification : WPS)

3.1	ISO 9606-1	111 P FW W01 R t10 PB ss (AWS 2F)
3.2	ISO 9606-1	111 P FW W01 R t10 PF ss (AWS 3F-up)
3.3	ISO 9606-1	132 P FW W01 R t10 PD ss (AWS 4F)
3.4	ISO 9606-1	111 T FW W01 R t6.0 D150 PF ss (AWS 5F-up)
3.5	ISO 9606-1	111 P FW W01 B t10 PB ss (AWS 2F)
3.6	ISO 9606-1	136 P FW W01 B t10 PF ss (AWS 3F-up)
3.7	ISO 9606-1	111 P FW W01 B t10 PD ss (AWS 4F)
3.8	ISO 9606-1	111 T FW W01 B t6.0 D150 PF ss (AWS 5F-up)
3.9	ISO 9606-1	114 P BW W01 B t10 PA ss nb (AWS 1G)
3.10	ISO 9606-1	111 P BW W01 B t10 Pc ss nb (AWS 2G)
3.11	ISO 9606-1	114 P BW W01 B t10 PF ss nb (AWS 3G)
3.12	ISO 9606-1	141 P BW W01 B t10 PE ss nb (AWS 4G)
3.13	ISO 9606-1	111 T BW W01 B t7.8 D150 PF ss nb (AWS 5G-up)
3.14	ISO 9606-1	111 T BW W01 B t7.8 D150 H-L045 ss nb (AWS 6)

4. กระบวนการเชื่อมเหล่านี้ มีครอบคลุมอยู่ใน ISO- 9606

- 111 – การเชื่อมไฟฟ้าด้วยมือ ใช้ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW,MMA)
- 114 – การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมใส่ฟลักซ์ไม่ใช้แก๊สปกป้อง (FCAW)
- 12 – การเชื่อมซับเมอร์จ (SAW)
- 131 – การเชื่อมด้วยลวดเชื่อมที่ใช้แก๊สเฉื่อยเป็นแก๊สปกป้อง (GMAW-MIG)
- 135 – การเชื่อมด้วยลวดเชื่อมที่ใช้แอคทีฟแก๊สเป็นแก๊สปกป้อง (GMAW-MAG)
- 136 – การเชื่อมด้วยลวดเชื่อมที่ใส่ฟลักซ์ที่ใช้แอคทีฟแก๊สเป็นแก๊สปกป้อง (FCAW)
- 141 – การเชื่อมด้วยทังสเตนเป็นตัวอาร์ก ใช้แก๊สเฉื่อยเป็นแก๊สปกป้อง (GTAW-TIG)
- 15 – การเชื่อมด้วยพลาสติก
- 311 – การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิ- อะเซทิลีน

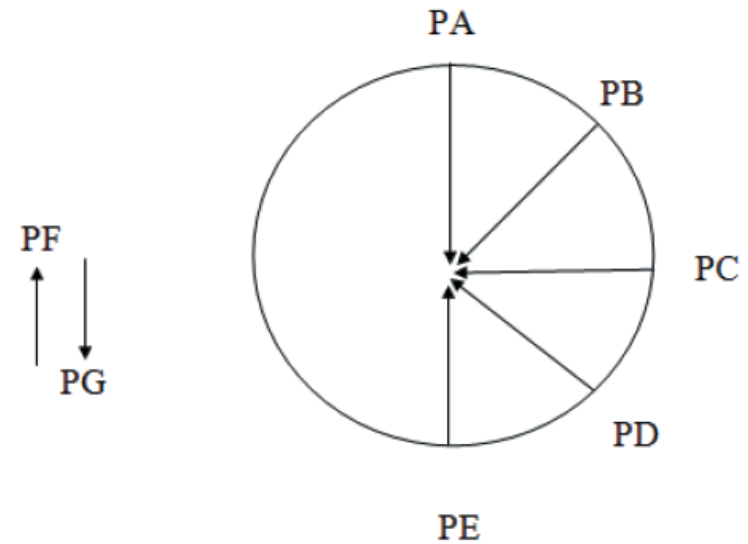
5. กลุ่มเหล็กกล้าของโลหะขึ้นงาน

แยกกลุ่มตามโลหะขึ้นงานดังนี้

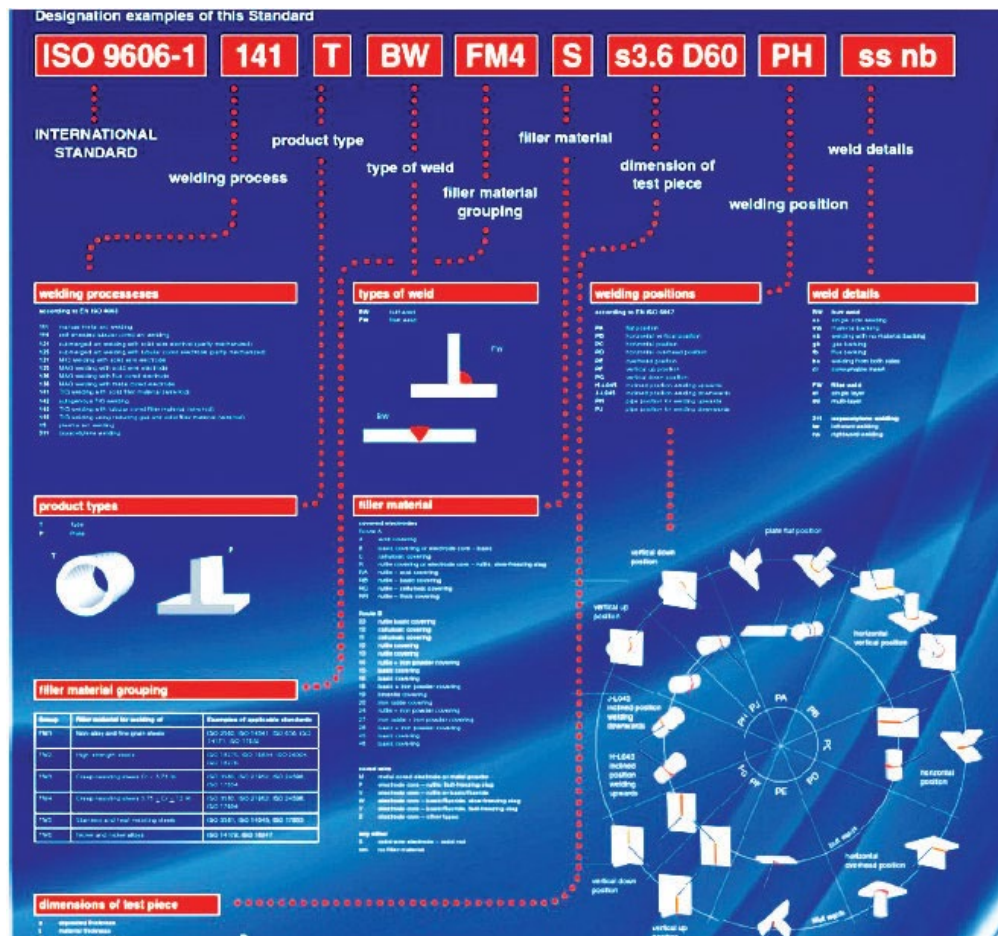
- กลุ่ม W 01 - เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ และเหล็กกล้าผสมต่ำ ที่มีค่าแรงดึงสูงสุด ไม่เกิน 355 N/mm^2
 - กลุ่ม W 02 - เหล็กกล้าที่มีความต้านทานต่อการคืบ(creep resisting)เช่นเหล็กกล้าโครเมียม-โมลิบดีนัม (Cr Mo) และเหล็กกล้าโครเมียมโมลิบดีนัม วาเนเดียม (Cr Mo V)
 - กลุ่ม W 03 - เหล็กกล้าโครงสร้างละเอียดที่ผ่านการอบปกติ ชุบแข็งและ การอบคืนไฟที่มีลักษณะเช่นเดียวกับเหล็กกล้าที่ผ่านกรรมวิธีทางความร้อน (ที่มีค่าทนแรงดึงสูงสุดไม่เกิน 355 N/mm^2) หรือเหล็กกล้า นิกเกิล ที่มีนิกเกิล ผสมอยู่ 2-5 %
 - กลุ่ม W 04 - เหล็กกล้าสแตนเลสเฟอร์ริติก หรือมาเทนซิทิกที่มีโครเมียม ผสมอยู่ 12-15%
 - กลุ่ม W 11 - เหล็กกล้าสแตนเลสเฟอร์ริติก-ออสเทนนิติก และชนิดออสเทนนิติกที่มีส่วนผสม Cr Ni สูง
- ข้อสังเกต : คำว่าท่อ ให้หมายถึง ท่อเล็ก/ ท่อใหญ่ หรือขึ้นงานกลวง

8.6 ชนิดของรอยต่อและตำแหน่งท่าเชื่อม

ชิ้นงานสอบนำมาใช้สำหรับการเชื่อมต่อชน (BW) และเชื่อมต่อฉาก (FW) สำหรับแผ่น (P) หรือท่อ (T) เพื่อใช้รับรองการสอบดังรูปที่ 8.1



รูปที่ 8.1 ชิ้นงานสอบ



รูปที่ 8.2 International welding position (AWS/ISO/EN)

8.6.1 ผู้สมัครเข้าทดสอบ

ผู้สมัครเข้าทดสอบ จะต้องสอบผ่านความรู้ภาคทฤษฎีแบบปรนัย 50 ข้อโดย

1. ช่างเชื่อมจะต้องสอบผ่านภาคความรู้ได้คะแนนไม่ต่ำกว่า 70 เปอร์เซนต์
2. ช่างเชื่อมที่สอบไม่ผ่านภาคความรู้จะต้องฝึกอบรมจนกว่าจะได้รับอนุญาตให้สอบใหม่
3. เมื่อช่างเชื่อมผ่านการสอบภาคความรู้แล้วจะต้องบันทึกไว้ในใบบันทึกการทดสอบ

รับรองฝีมือช่างเชื่อมและในบัตรรับรองช่างเชื่อมของ กพร./สชล. (DSD/TWS)

4. ช่างเชื่อมต้องได้รับการทดสอบสายตา มองเห็นคมชัดในระยะไกลต้องได้ 20/40 หรือดีกว่าการตรวจสอบสายตาจะต้องตรวจสอบด้วยผู้เชี่ยวชาญการตรวจสอบสายตา จักษุแพทย์พยาบาลที่ได้รับอนุญาต

8.6.2 การรับรองช่างเชื่อมสำหรับภาคความรู้งานเชื่อมท่อ

การรับรองช่างเชื่อมสำหรับภาคความรู้งานเชื่อมท่อ จะต้องทำการสอบภาคความรู้ด้านงานเชื่อมท่อ 50 ข้อด้วยวิธีสอบข้อเขียนแบบปรนัยและสอบปากเปล่า ก่อนที่จะให้ทำการทดสอบภาคปฏิบัติ

1. ช่างเชื่อมท่อจะต้องสอบผ่านภาคความรู้ได้คะแนนไม่ต่ำกว่า 70 เปอร์เซนต์
2. ช่างเชื่อมที่สอบไม่ผ่านภาคความรู้จะต้องฝึกอบรมจนกว่าจะได้รับอนุญาตให้ทำการสอบใหม่
3. เมื่อช่างเชื่อมผ่านการสอบภาคความรู้ของการเชื่อมท่อแล้ว จะต้องบันทึกไว้ในใบบันทึกการทดสอบรับรองฝีมือช่างเชื่อมและในใบและบัตรรับรองช่างเชื่อมของ กพร./สขล.(DSD/TWS) การสอบในกระบวนการอื่นๆ จะต้องทำการสอบภาคความรู้ใหม่
4. ช่างเชื่อมที่ปล่อยให้บัตรรับรองหมดอายุหรือถูกยกเลิกใบอนุญาต จะต้องทำการสอบภาคความรู้และภาคปฏิบัติการเชื่อมท่อใหม่

8.6.3 ช่างเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ ระดับ 1

ช่างเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ ระดับ 1 (Job Entry–Manual Metal Arc Welder Level 1) จะต้องมีความสามารถในการเชื่อมเหล็กกล้ากลุ่ม(D001ตามมาตรฐาน ISO-9606 เชื่อมแผ่นเหล็กและเชื่อมต่อกับแผ่นเหล็กแนวเชื่อม Fillet weld ที่มีความหนา 3 ถึง 20 มม.ทุกตำแหน่งท่าเชื่อม โดยมีการทดสอบรับรองภาคทักษะ 2 ประเภท ซึ่งสามารถเลือกกระบวนการเชื่อมประเภทใดประเภทหนึ่ง ก็ได้ การทดสอบมีดังมีดังนี้

ประเภทที่ 1 ใช้ลวดเชื่อมประเภทรูไทล์ (Rutile Electrode)

มีชิ้นงานทดสอบ 4 รายการ ใช้เวลา 4 ชั่วโมง ดังนี้

Iso 9606-1 111 P FW W01 R t10 PB ss (AWS 2F)

Iso 9606-1 111 P FW W01 R t10 PF ss (AWS 3F-up)

Iso 9606-1 111 P FW W01 R t10 PD ss (AWS 4F)

Iso 9606-1 111 T FW W01 R t6.0 D150 PF ss (AWS 5F-up)

ประเภทที่ 2 ใช้ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ชนิดต่าง (Basic Electrode)

มีชิ้นงานทดสอบ 4 รายการ ใช้เวลา 4 ชั่วโมง ดังนี้ Iso 9606-1 111 P FW W01 B t10 PB ss (AWS 2F)

Iso 9606-1 111 P FW W01 B t10 PF ss (AWS 3F-up)

Iso 9606-1 111 P FW W01 B t10 PD ss (AWS 4F)

Iso 9606-1 111 T FW W01 B t6.0 D150 PF ss (AWS 5F-up)

ในทุกกรณีช่างเชื่อมจะต้องผ่านการสอบรับรองภาคความรู้ตามข้อ 1 ด้วย

8.6.4 ช่างเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ ระดับ 2 (ระดับสูง)

ช่างเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ ระดับ 2 (ระดับสูง) (Advanced-Manual Metal Arc Welder Level 2) การได้รับวุฒิบัตรมาตรฐานฝีมือช่างเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ ระดับ 2 ต้องผ่านการฝึกอบรมเตรียมเข้าทำงาน (pre-employment) หรือผ่านการฝึกอบรมยกระดับ (up-grade training)

1. ในการที่จะได้รับวุฒิบัตรมาตรฐานฝีมือช่างเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ ระดับ 2 ช่างเชื่อมจะต้องได้รับวุฒิบัตรมาตรฐานฝีมือช่างตัดเหล็กกล้าคาร์บอน ด้วยแก๊ส ระดับ 1 และช่างเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือระดับ 1 สำหรับเหล็กกล้าคาร์บอน เหล็กกล้าผสมต่ำ เหล็กกล้าเกรนละเอียด (W01) มาก่อน

2. ช่างเชื่อมที่ผ่านการฝึกอบรมจะเข้าทดสอบรับรองเพื่อรับวุฒิบัตรมาตรฐานฝีมือช่างเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ ระดับ 2 สำหรับเหล็กกล้าคาร์บอน เหล็กกล้าผสมต่ำ เหล็กกล้าเกรนละเอียด (W01) ได้โดยผ่านการรับใบรับรอง การทดสอบรับรองช่างเชื่อม 4 ใบตามข้อ ดังนี้

Iso 9606-1 111 P BW W01 B t10 PA ss nb (AWS 1G)

Iso 9606-1 111 P BW W01 B t10 PC ss nb (AWS 2G)

Iso 9606-1 111 P BW W01 B t10 PF ss nb (AWS 3G)

Iso 9606-1 111 P BW W01 B t10 PE ss nb (AWS 4G)



8.6.5 ช่างเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ ระดับ 3 (ช่างเชื่อมท่อ)

ช่างเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ ระดับ 3 (ช่างเชื่อมท่อ) (Pipe Welder - Manual Metal Arc Welder Level 3)

1. การได้รับวุฒิบัตรมาตรฐานฝีมือช่างเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ ระดับ 3 ช่างเชื่อม จะต้องได้รับวุฒิบัตรมาตรฐานฝีมือช่างเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ ระดับ 2 มาก่อน
2. ช่างเชื่อมต้องผ่านการฝึกอบรมยกระดับ (Up - grade training) หรือใช้ประสบการณ์จากอุตสาหกรรม
3. ในทุกกรณีช่างเชื่อมต้องสอบผ่านภาคความรู้การเชื่อมท่อตามข้อ 2 และต้องผ่านการรับใบรับรองการทดสอบรับรองช่างเชื่อม 2 ใบ ดังนี้

Iso 9606-1 111 T BW W01 B t7.8 D150 PF ss nb (AWS 5G-UP)

Iso 9606-1 111 T BW W01 B t7.8 D150 H-L045 ss nb (AWS 6G-UP)

8.6.6 วิธีการปฏิบัติงานในระหว่างการทดสอบการรับรองฝีมือช่างเชื่อม

1. การทำงานอย่างปลอดภัย เช่น การใช้เครื่องและอุปกรณ์อย่างถูกวิธี, วิธีการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ, การสวมใส่และการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่เหมาะสม
2. ข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม ระหว่างการปฏิบัติงาน
 - (1) ผู้เข้าทดสอบจะต้องเตรียมและปรับเครื่องเชื่อมให้เป็นไปตามเงื่อนไขข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อมและสามารถขึ้นงานทดลองสำหรับการปรับเครื่องเชื่อมให้ถูกต้อง
 - (2) ช่างเชื่อมจะต้องประกอบเชื่อมยึดชิ้นงานสอบให้เป็นไปตามข้อกำหนดชิ้นงานที่ได้เตรียมไว้จะต้องได้รับการตรวจสอบชิ้นงานก่อนทำการเชื่อม
 - (3) ช่างเชื่อมจะต้องเชื่อมแนวราก ชัดด้วยแปรง และแนวรากจะต้องได้ รับการยอมรับจากผู้อำนวยการฝึก
 - (4) เชื่อมแนวกลาง (Fill pass) จนเสร็จ ยกเว้นแนวปิด (Cap) ชิ้นระหว่างกลางจะต้องได้รับการยอมรับจากผู้อำนวยการสอบ

(5) ต้องเชื่อมแนวนปิด ขัดด้วยแปรง แนวเชื่อมที่สมบูรณ์จะต้องได้รับการตรวจพินิจโดยผู้อำนวยความสะดวก

(6) ผู้อำนวยความสะดวกสามารถยุติการทดสอบรับรองฝีมือช่างเชื่อมได้ตลอดเวลาถ้าเห็นว่าช่างเชื่อมที่ทำการสอบไม่มีระดับทักษะที่จะทำการสอบได้สำเร็จ

(7) ชิ้นงานเชื่อมจะต้องเตรียมทดสอบทางกลหรือในกรณีถ่ายภาพด้วยรังสี ดำเนินการโดยสถานประกอบการหรือบุคคลที่ได้รับการรับรอง การ ทดสอบและประเมินผลโดยผู้อำนวยความสะดวก ที่ได้รับการแต่งตั้ง

8.6.7 ช่วงเวลาที่มีผลในการรับรอง (Period of Validity)

การรับรองช่างเชื่อมจะมีผล 2 ปี โดยในใบและบัตรประจำตัวรับ รองช่างเชื่อมตาม กพร./สชล. (DSD/TWS Welder Approval Card) จะต้อง มีการ ลงนามทุก ๆ 6 เดือนของ ผู้จัดการฝ่ายผลิต (Production Manager) หรือผู้จัดการแผนกเชื่อม (Welding Section Manager) หรือผู้จัดการด้านประกัน คุณภาพหรือควบคุมคุณภาพ (QA/QC Manager) หรือวิศวกร การเชื่อมที่ผ่าน การรับรอง (Certified Welding Engineer) โดยต้องทำตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1. จะต้องได้รับการประกันว่าช่างเชื่อมได้ทำงานอย่างเหมาะสม และต่อเนื่องในงาน เชื่อมที่ได้รับการรับรอง การขาดช่วงการทำงานเกิน กว่า 6 เดือนจะไม่ได้การรับรอง
2. การทำงานของช่างเชื่อมจะต้องได้รับการยอมรับโดยทั่วไปตามเกณฑ์ข้อกำหนดทาง เทคนิคตามที่ช่างเชื่อมนั้นได้รับการรับรองฝีมือช่างเชื่อม
3. ช่างเชื่อมจะต้องแสดงให้เห็นถึงฝีมือและความรู้อย่างเด่นชัด

8.6.8 การต่ออายุใบวุฒิบัตรมาตรฐานฝีมือช่างเชื่อมและใบรับรองการทดสอบรับรองช่างเชื่อม

การต่ออายุใบวุฒิบัตรมาตรฐานฝีมือช่างเชื่อมและใบรับรองการทดสอบรับรองช่างเชื่อม (Prolongation of a Certification) อายุของวุฒิบัตรมาตรฐานฝีมือช่างเชื่อมใบและบัตรประจำตัวรับรองการทดสอบรับรองช่างเชื่อม มีอายุ 2 ปี นับตั้งแต่วันที่ได้รับอนุญาตเมื่อหมดอายุสามารถต่อได้ 1 ครั้งเท่านั้นตามขอบเขตการรับรองเดิม ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1. ช่างเชื่อมได้ผ่านการตรวจสอบสายตาและบันทึกผลไว้ในใบบันทึกการตรวจสอบสายตา
2. ช่างเชื่อมได้ผลิตงานเชื่อมที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับตลอดเวลา
3. การเก็บข้อมูลของการทดสอบ เช่น เอกสารแสดงผลภาพถ่ายรังสี ผลการตรวจสอบอัลตราโซนิก หรือเอกสารแสดงผลการรับรองการ ทดสอบการ ทัก (Fracture Test) หรือข้อสังเกตแสงความคิดเห็นของผู้ประสานงานที่ได้รับ การแต่งตั้ง (Appointed Coordinators) ข้อมูลทั้งหมด ดังกล่าวจะถูกเก็บรักษารวมกับข้อมูลการทดสอบรับรองฝีมือช่างเชื่อม (Approval Skill Test Record)
4. นอกจากนี้ช่างเชื่อมต้องสอบใหม่

8.6.9 การหมดอายุหรือการยกเลิกใบวุฒิบัตรมาตรฐานฝีมือช่างเชื่อมและใบรับรองการทดสอบรับรองช่างเชื่อม

การหมดอายุหรือการยกเลิกใบวุฒิบัตรมาตรฐานฝีมือช่างเชื่อมและใบรับรองการทดสอบรับรองช่างเชื่อม (Expiration or Revocation of Certification)

1. ใบวุฒิบัตรมาตรฐานฝีมือช่างเชื่อมและใบรับรองการทดสอบรับรองช่างเชื่อม จะถูกยกเลิกถ้าช่างเชื่อมไม่ปฏิบัติตาม ข้อ 8.6.7 และ 8.6.8
2. การทำงานไม่ได้คุณภาพตามข้อกำหนดอย่างสม่ำเสมอเป็นสาเหตุที่ผู้ว่าจ้างของช่างเชื่อม (Welder's Employer) สามารถขอให้ยกเลิกวุฒิบัตรมาตรฐานฝีมือช่างเชื่อมและใบรับรองการทดสอบรับรองช่างเชื่อม (Welder's Certification) ได้ ในกรณีนี้ช่างเชื่อมสามารถที่จะทำการอบรมเพิ่มเติมและทำการทดสอบรับรองความรู้และรับรองฝีมือได้ใหม่ตามประเภทของการรับรองฝีมือช่างเชื่อมที่ถูกยกเลิก
3. เมื่อครบ 2 ปี นับตั้งแต่วันที่ได้รับอนุญาต โดยช่างเชื่อมไม่ต่อ อายุใหม่

รูปที่ 8.3 ใบรับรอง การทดสอบความสามารถช่างเชื่อม Certified Welding Engineer

