



การจัดการเรียนรู้แบบโมดูล (Module)

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567

รายวิชา มาตรฐานงานเชื่อม 1 รหัสวิชา 30103-2003

โดย

นางสาวเบญจวรรณ สังฆานาคินทร์

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ



หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567

รายวิชา มาตรฐานงานเชื่อม 1 รหัสวิชา 30103-2003

บทเรียนโมดูลที่ 1

เรื่อง ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม

โดย

นางสาวเบญจวรรณ สักขานาคินทร์

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 1 : ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม	หน่วยที่ 1
		สอนครั้งที่ 1-2
		ชั่วโมงรวม 4

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 1 : ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม	หน่วยที่ 1
		สอนครั้งที่ 1-2
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 1

คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

ก่อนที่จะเริ่มต้นศึกษาวิชามาตรฐานงานเชื่อม 1 ควรจะศึกษารายละเอียดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชา มาตรฐานงานเชื่อม 1 เพื่อจะได้มีแนวคิดในการปฏิบัติงานโดยทั่วไป การทำงานด้วยความปลอดภัยถือว่าเป็น สิ่งสำคัญขั้นพื้นฐานโดยเฉพาะภาคการผลิตในงานอุตสาหกรรม ซึ่งมีความเสี่ยงสูงที่จะได้รับอันตรายในการ ทำงาน มีผู้ปฏิบัติงานซึ่งเป็นจำนวนมากที่ยังปฏิบัติงานตามความต้องการของตนเอง โดยไม่คำนึงถึงความรู้ใน เชิงพื้นฐานของอาชีพ ซึ่งบางครั้งอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุทั้งจากความรู้เท่าไม่ถึงการณ์หรือเกิดจากความ ประมาท ทำให้เกิดความเสียหายตามมาทั้งต่อผู้ปฏิบัติงาน วัตถุติด เครื่องจักร ทรัพย์สินต่าง ๆ และต่อ ประสิทธิภาพของงาน อุบัติเหตุในการทำงานส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากการใช้เครื่องจักรโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์และ จากความประมาทของผู้ปฏิบัติงานเอง จากเหตุผลดังกล่าวผู้ปฏิบัติงานจึงควรต้องเพิ่มทักษะและเจตคติ ทางด้านความปลอดภัยในการทำงาน โดยจะต้องกระทำทั้งก่อนการปฏิบัติงาน ขณะปฏิบัติงานและหลังการ ปฏิบัติงาน ต้องหมั่นดูแลเอาใจใส่ระมัดระวังและหาทางป้องกันอันตรายต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นอย่างละเอียด รอบคอบ ผู้ปฏิบัติงานพึงระลึกและสำนึกอยู่เสมอว่า การป้องกันอันตรายจะต้องปฏิบัติเป็นอันดับแรก ก่อนลง มือปฏิบัติงานทุกครั้ง

ส่วนประกอบบทเรียนโมดูลประกอบด้วย

1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบกระดาษคำตอบ
2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ใบจุดประสงค์
4. ใบความรู้
5. ใบแบบฝึกหัด
6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด
7. ใบปฏิบัติงาน
8. ใบแบบทดสอบหลังเรียนและใบกระดาษคำตอบ
9. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 1 : ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม	หน่วยที่ 1
		สอนครั้งที่ 1-2
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 1

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
3. ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
4. บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 1 : ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม	หน่วยที่ 1
		สอนครั้งที่ 1-2
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 1

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล (ต่อ)

- เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน
- ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง
- เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
- ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
- ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบทวนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 1 : ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม	หน่วยที่ 1
		สอนครั้งที่ 1-2
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 1

หลักการและเหตุผล (Prospectus)

ก่อนที่จะเริ่มต้นศึกษาวิชามาตรฐานงานเชื่อม 1 นี้ ควรจะศึกษารายละเอียดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชา มาตรฐานงานเชื่อม 1 เสียก่อน เพื่อจะได้มีแนวคิดเกี่ยวกับวิชามาตรฐานงานเชื่อม 1 และเป็นการเตรียมพร้อม ที่จะศึกษาวิชานี้ รวมทั้งแนวทางการศึกษาต่อ ซึ่งเนื้อหาที่จะนำมาศึกษาในโมดูลนี้ จะมีเนื้อหาเกี่ยวกับ หลักการความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม

จุดมุ่งหมาย (Objective)

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในเรื่องความปลอดภัย และสุขอนามัยในงานเชื่อม

ความรู้พื้นฐาน (Prerequisites)

ในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้ให้ผลดีนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานด้านความปลอดภัยและ สุขอนามัยในงานเชื่อม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 1 : ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม	หน่วยที่ 1
		สอนครั้งที่ 1-2
		ชั่วโมงรวม 4

แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลที่ 1

- คำชี้แจง :**
1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ
 2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
 3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

1. ข้อใด ไม่ใช่ อันตรายที่เกิดจากการเชื่อมไฟฟ้า
 - ก. ครั่นจากการเชื่อม
 - ข. รังสีจากการเชื่อม
 - ค. ไฟฟ้าดูด
 - ง. เครื่องเชื่อมระเบิด
2. ครั่นที่เกิดจากการเชื่อมโลหะหนัก โดยเฉพาะ แคดเมียม มีผลอย่างไรต่อร่างกาย
 - ก. ทำให้หายใจไม่สะดวก
 - ข. เป็นพิษต่อปอด และ ไต
 - ค. ทำให้ตาอักเสบรุนแรงถึงบอด
 - ง. ทำให้จมูกและคออักเสบ
3. วิธีป้องกันอันตรายควันพิษที่เกิดจากการเชื่อม สามารถกระทำได้อย่างไรได้
 - ก. หลีกเลี่ยงการเชื่อมโลหะที่เชื่อมแล้วเกิดควัน
 - ข. โดยการระบายอากาศและใช้อุปกรณ์ป้องกัน
 - ค. ใช้พัดลมเป่า
 - ง. เชื่อมในที่โล่งแจ้งมีอากาศถ่ายเทได้สะดวก
4. แสงจากการเชื่อม เป็นอันตรายต่อร่างกายอย่างไร
 - ก. ทำให้ผิวหนังแสบก่อนวัย
 - ข. ทำให้ตามืดไปชั่วขณะ
 - ค. ทำให้สายตาสั้นและตาเสื่อมสภาพ
 - ง. ทำให้เยื่อแก้วตาและผิวหนังอักเสบ
5. การป้องกันรังสีจากการเชื่อมสามารถกระทำได้อย่างไรได้
 - ก. อยู่ห่างจากบริเวณที่ทำการเชื่อม
 - ข. ในขณะที่ทำการเชื่อมควรใช้กระแสไฟฟ้าต่ำ ๆ
 - ค. ใช้หน้ากากเชื่อมและสวมชุดป้องกันขณะปฏิบัติงานเชื่อม
 - ง. ใช้หน้ากากเชื่อมชนิดความเข้มของเลนส์เบอร์ต่ำ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 1 : ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม	หน่วยที่ 1
		สอนครั้งที่ 1-2
		ชั่วโมงรวม 4

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลที่ 1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				



คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน
 สรุปผล () ผ่านเกณฑ์
 () ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ
 (.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 1 : ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม	หน่วยที่ 1
		สอนครั้งที่ 1-2
		ชั่วโมงรวม 4

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลที่ 1

ข้อที่	คำตอบ
1.	ง
2.	ข
3.	ข
4.	ง
5.	ค

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 1 : ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม	หน่วยที่ 1
		สอนครั้งที่ 1-2
		ชั่วโมงรวม 4

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ

1. ระบุอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในงานเชื่อมได้อย่างครบถ้วน
2. เลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลได้อย่างเหมาะสม
3. จัดการพื้นที่ปฏิบัติงานเชื่อมให้มีความปลอดภัยตามมาตรฐาน



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 1 : ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม	หน่วยที่ 1
		สอนครั้งที่ 1-2
		ชั่วโมงรวม 4

ใบความรู้

หน่วยที่ 1 ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม

1.1 ความปลอดภัยในการเชื่อมไฟฟ้า

ความปลอดภัยในการเชื่อมไฟฟ้าตามหลักชีวอนามัยเป็นการจัดสภาพแวดล้อมการทำงานไม่ให้เกิดมลภาวะหรืออันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน การศึกษาเรื่องความปลอดภัยเป็นสิ่งที่ผู้ปฏิบัติงานจะต้องให้ความสำคัญและปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด เพื่อป้องกันอันตรายที่จะก่อให้เกิดความสูญเสียทั้งต่อชีวิต ทรัพย์สินของตนเองและผู้อื่นอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นแก่ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า ได้แก่

1. คว้นและไอจากออกไซด์ของโลหะงานและสารพอกหุ้ม (Flux)
2. รังสีที่เกิดจากการเชื่อม
3. ไฟฟ้าดูด
4. การระเบิดของชิ้นงาน เช่น ถังน้ำมัน เป็นต้น

1.2 ชนิดของคว้นจากการเชื่อมไฟฟ้าและวิธีป้องกันอันตราย

คว้นที่เกิดจากการเชื่อมประกอบไปด้วยกลิ่น คว้นและแก๊สที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ จากการวิเคราะห์พบว่าในสารเหล่านี้มีส่วนประกอบของโลหะออกไซด์และสารพอกหุ้ม (Flux) ของลวดเชื่อม ซึ่งจะปะปนอยู่ในอากาศ และอาจผ่านเข้าสู่ปอดได้

1.2.1 ชนิดของคว้นพิษและแก๊สที่เกิดจากการเชื่อมไฟฟ้าประกอบด้วย

1. แก๊สไนโตรเจนออกไซด์ ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในบรรยากาศ แต่อาจจะเกิดได้ในขณะทำการเชื่อม คว้นจากการเชื่อมชนิดนี้จะก่อให้เกิดการระคายเคืองที่ตา จมูกและลำคอ ถ้าได้รับในปริมาณที่เกิน 25 ในหนึ่งล้านส่วนจะทำให้เกิดการขาดออกซิเจนในเลือด ทำให้หมดสติได้
2. โอโซน ส่วนใหญ่มักจะเกิดขึ้นจากการเชื่อมที่ใช้แก๊สอาร์กอน คว้นจากการเชื่อมทั้งสแตนหรือการเชื่อมด้วยแก๊สโอโซนจะก่อให้เกิดโรคทางเดินหายใจเรื้อรัง เกิดการระคายเคืองที่ตาและเยื่อ
3. แก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์เกิดจากการใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการเชื่อม หรือเกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของสารบางชนิด เช่น สี ไขมันหรือสิ่งสกปรก
4. คว้นที่เกิดจากโลหะหนักขณะปฏิบัติงานเชื่อม เช่น นิกเกิลและโครเมียม ซึ่งควรหลีกเลี่ยง เพราะมีผลเสียต่อปอดและอวัยวะอื่น โลหะหนักอีกชนิดหนึ่งที่เป็นอันตรายมาก คือ แคดเมียมเพราะพิษของมันมีผลต่อปอด ไต ตลอดจนระบบเลือด ดังนั้นก่อนการเชื่อมโลหะที่มีแคดเมียมเป็นองค์ประกอบ ควรตรวจสอบวิธีการเชื่อมที่ปลอดภัยจากผู้ควบคุมงานหรือเจ้าหน้าที่ความปลอดภัย

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 1 : ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม	หน่วยที่ 1
		สอนครั้งที่ 1-2
		ชั่วโมงรวม 4

1.2.2 วิธีป้องกันอันตรายจากควันพิษ สามารถป้องกันได้ 2 วิธี คือ

1. โดยการระบายอากาศ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

(1) การระบายอากาศทั่วโรงงาน ควรจะเลือกวิธีที่เหมาะสมกับขนาดของโรงงาน อาจใช้พัดลม (Blower) หรือพัดลมดูดอากาศติดหลังคา (Roof Ventilator) โดยพิจารณาสภาพของโรงงาน ถ้าหลังคาโรงงานต่ำการระบายอากาศทั้งโรงงานจะทำได้ง่ายกว่าโรงงานที่มีหลังคาสูง นอกจากการระบายอากาศที่กล่าวมาแล้ว ยังมีวิธีอื่น เช่น วิธีระบายอากาศแบบดูดเข้าและเป่าออกในขณะเดียวกันหรือโดยการทำให้เกิดกระแสลมภายในโรงงานแต่จะมีผลกับการเชื่อมแบบใช้แก๊สปกคลุม ซึ่งควรระวังในจุดนี้ด้วย

(2) การระบายอากาศเฉพาะบริเวณ สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

(ก) ดูดผ่านอุปกรณ์กรองอากาศ ในกรณีแก๊สและควันมีปริมาณน้อย

(ข) ดูดควันและแก๊สจากการเชื่อมทิ้งนอกโรงงาน วิธีนี้ใช้กรณีที่แก๊สและควันมีปริมาณ

มาก

2. โดยการใช้อุปกรณ์ป้องกัน ได้แก่

(1) หน้ากากป้องกันไอพิษ (Poison Respirators) ใช้ในกรณีที่บริเวณอากาศอับ เช่น ภายในอุโมงค์ ถึงขนาดใหญ่ เป็นต้น



รูปที่ 1.1 หน้ากากป้องกันไอพิษ

(ที่มา : [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gas_mask_\(AM_609566-1\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gas_mask_(AM_609566-1).jpg), <https://bit.ly/3DJ4cM>)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 1 : ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม	หน่วยที่ 1
		สอนครั้งที่ 1-2
		ชั่วโมงรวม 4

(2) หน้ากากป้องกันฝุ่น (Dust Respirators) ใช้ในบริเวณที่มีฝุ่นมาก แต่จะไม่สามารถป้องกันแก๊สและควันได้และถ้าบริเวณนั้นมีออกซิเจนน้อยไม่ควรใช้เพราะอาจขาดออกซิเจนได้



รูปที่ 1.2 หน้ากากป้องกันฝุ่น

(ที่มา : <https://www.wongnai.com/highlight-products/mask-pm-2-5>)

1.3 ชนิดของรังสีจากการเชื่อมและวิธีป้องกันอันตราย

ภายในแสงจากการเชื่อมประกอบด้วยรังสีหลายชนิด รังสีบางชนิดเป็นอันตรายต่อดวงตาและบางชนิดก็เป็นอันตรายต่อผิวหนัง

1.3.1 รังสีจากการเชื่อม ที่เป็นอันตรายจะอยู่ในช่วงความถี่ที่ตามองไม่เห็น ได้แก่

1. รังสีอินฟราเรด (Infrared, IR) หรือเรียกอีกชื่อว่า รังสีใต้แดงหรือรังสีความร้อน เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่างคลื่นวิทยุและแสงมีความถี่ในช่วง 1011–1014 เฮิรตซ์ เป็นรังสีที่เป็นอันตรายต่อตาเนื่องจากช่วงคลื่นของแสงใต้แดงที่ยาวจะถูกกลืนไว้หมดโดยตาดำทำให้ตาชุ่น ส่วนช่วงคลื่นของรังสีใต้แดงที่สั้นกว่าจะส่องผ่านตาดำและถูกดูดกลืนโดยเลนส์ตา จนเกิดเป็นต้อกระจกจากความร้อน (Heat Cataract) รังสีชนิดนี้อาจจะทะลุถึงจอภาพ (Retina) ของนัยน์ตาทำให้เซลล์ของจอภาพตายได้ ทำให้ไม่สามารถมองเห็นได้ชัด ซึ่งมักจะเกิดกับช่างเชื่อมที่ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตราย

2. รังสีอัลตราไวโอเล็ต (รังสีเหนือม่วง) รังสีนี้เมื่อแผ่กระจายออกไปจะมีผลรุนแรงในการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีกับสิ่งมีชีวิต โดยรังสีจะถูกดูดซับโดยเยื่อตาและแก้วตา ถ้าตาได้รับรังสีในปริมาณมากจะทำให้เกิดความรู้สึกเหมือนมีสิ่งแปลกปลอมหรือเม็ดทรายเข้าไปอยู่ในตา จะมีอาการระคายเคืองจากการตีบตันของทางเดินน้ำตาอย่างรุนแรงทำให้เกิดตาแดง มีน้ำตาไหลตลอดเวลา ลืมตาไม่ขึ้น จะมีอาการมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณการถูกรังสีซึ่งอาการดังกล่าวจะแสดงภายใน 30 นาทีถึง 6 ชั่วโมงหลังจากได้รับรังสี โดยแสดงอาการติดต่อกันนาน 6-24 ชั่วโมงและหายไปเองภายใน 48 ชั่วโมง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 1 : ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม	หน่วยที่ 1
		สอนครั้งที่ 1-2
		ชั่วโมงรวม 4

1.3.2 วิธีป้องกันอันตรายที่เกิดจากรังสี สามารถทำได้โดยใช้อุปกรณ์ป้องกันดังต่อไปนี้คือ

1. หน้ากากเชื่อมไฟฟ้า ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิด คือ ชนิดมือถือและชนิดสวมหัว ปัจจุบันหน้ากากเชื่อมไฟฟ้ามีการพัฒนาโดยหน้ากากสามารถตัดแสงได้โดยอัตโนมัติภายใน 0.4 msec เมื่อเกิดแสงจากการเชื่อม ทำให้มีความสะดวกในการทำงานเพราะสามารถใช้มืออีกข้างจับชิ้นงานได้

สมบัติของหน้ากากเชื่อมไฟฟ้าจะต้องสามารถป้องกันรังสีและสะเก็ดไฟได้เป็นอย่างดี น้ำหนักเบาและทนความร้อน การเลือกใช้หน้ากากเชื่อมควรเลือกใช้ความเข้มของเลนส์ให้เหมาะสมกับความเข้มของการเชื่อมแต่ละประเภท สามารถเลือกใช้เลนส์กรองแสงที่มีความเข้มสูงกว่าที่กำหนดได้เสมอแต่อย่าใช้เลนส์กรองแสงที่มีความเข้มต่ำกว่าที่กำหนด ความเข้มของเลนส์ตามมาตรฐานสากลมีตั้งแต่เบอร์ 8 ถึงเบอร์ 12



รูปที่ 1.3 หน้ากากตัดแสงโดยอัตโนมัติ

(ที่มา : <https://www.cafago.com/en/p-e10917.html>, <https://low.es/3EVo3bA>)

2. ชุดอุปกรณ์ป้องกัน เป็นชุดที่ใช้สวมใส่ เพื่อป้องกันรังสีและความร้อนไม่ให้ทำอันตรายต่อร่างกายประกอบด้วย

- (1) ถุงมือหนังทำจากวัสดุทนไฟ ป้องกันสะเก็ด ความร้อนและรังสีจากการเชื่อมบริเวณมือทั้งสองข้าง
- (2) เสื้อหนังหรือเย็บหนังทำจากวัสดุทนไฟ ป้องกันสะเก็ด ความร้อนและรังสีจากการเชื่อม

บริเวณลำตัว

- (3) ปลอกแขนทำจากวัสดุทนไฟ ป้องกันสะเก็ด ความร้อนและรังสีจากการเชื่อมบริเวณแขนทั้งสองข้าง
- (4) หมวกคลุมข้อเท้า ทำจากวัสดุทนไฟ ป้องกันสะเก็ด ความร้อนและรังสีจากการเชื่อมบริเวณเท้าทั้งสองข้าง
- (5) รองเท้านิรภัยเป็นรองเท้าที่ทำเป็นพิเศษ ป้องกันอันตรายจากสิ่งของวัสดุหรือของหนัก

ตกใส่เท้าเพราะหัวรองเท้าจะเสริมเหล็กเพื่อป้องกันอันตราย

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 1 : ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม	หน่วยที่ 1
		สอนครั้งที่ 1-2
		ชั่วโมงรวม 4



รูปที่ 1.4 ชุดอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากการเชื่อม
(ที่มา : <https://bit.ly/3INnbbl>)

1.4 สาเหตุของอันตรายจากไฟฟ้าดูดและวิธีการป้องกัน

อันตรายจากไฟฟ้าดูดเกิดได้จากหลายสาเหตุและอาจเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้แล้วแต่อุบัติเหตุ นั้น ๆ โดยปกติแล้วในขณะที่ทำการเชื่อมกระแสไฟฟ้าด้านทุติยภูมิจะเกิดอันตรายถึงแก่ชีวิตได้น้อยมาก เพราะแรงดันที่ใช้เชื่อมสูงสุดไม่เกิน 80 โวลต์ ซึ่งร่างกายของคนเราทนได้ประมาณ 100 โวลต์แต่ถ้าร่างกาย เช่น เท้าที่ยืนและมือที่จับงานเชื่อมเปียกน้ำแล้วจะมีอันตรายมากหรือบางครั้งการเกิดไฟฟ้าดูดเพียงเล็กน้อยจะทำให้เกิดปฏิกิริยากับกล้ามเนื้อและอาจเป็นเหตุให้เกิดการพลัดตกจากที่สูงซึ่งอาจทำให้ได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิตได้

1.4.1 สาเหตุของอันตรายจากไฟฟ้าดูดในการปฏิบัติงานเชื่อม เช่น

1. การติดตั้งเครื่องเชื่อมในบริเวณที่ชื้นหรือมีละอองน้ำ
2. ใส่เสื้อผ้าที่ชื้นหรือเปียก เนื่องจากมีเหงื่อมากในขณะที่ปฏิบัติงาน
3. เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าอยู่ในสภาพที่ชำรุด เช่น ปลั๊ก สวิตช์ แตกชำรุด สายไฟถลอก สายเชื่อม หัวเชื่อม ฉนวนหุ้มอยู่ในสภาพไม่เรียบร้อย
4. ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมไม่สวมใส่อุปกรณ์ที่มีฉนวนป้องกันไฟฟ้า เช่น ถุงมือหนัง
5. วางหัวเชื่อมไว้บนพื้นโรงงานที่ไม่มีฉนวนรองรับ
6. ไม่ปิดสวิตช์ก่อนทำการตรวจสอบเครื่องหรือเคลื่อนย้าย

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 1 : ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม	หน่วยที่ 1
		สอนครั้งที่ 1-2
		ชั่วโมงรวม 4

1.4.2 วิธีการป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าดูดในการปฏิบัติงานเชื่อม

1. ไม่ควรติดตั้งเครื่องเชื่อมในที่ชื้น มีละอองน้ำหรือมีฝุ่น เศษผงต่าง ๆ และไม่ควรติดตั้งบริเวณมุมหรือซอกเล็ก ๆ เพื่อให้มีการระบายอากาศได้ดี และเครื่องเชื่อมจะต้องต่อสายดินลงไว้เสมอ ไม่ควรต่อสายดินเข้ากับท่อแก๊สหรือท่อของเหลวที่ไวไฟ
2. ควรศึกษารายละเอียดของเครื่องเชื่อมจากคู่มือให้เข้าใจก่อนการใช้งาน
3. ก่อนการเชื่อมด้วยไฟฟ้า ต้องตรวจสอบสภาพแวดล้อมให้มีการถ่ายเทอากาศที่ดี เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมพร้อมที่จะใช้งานและมีประสิทธิภาพ เครื่องเชื่อมที่ชำรุดรอการซ่อมควรเขียนป้ายติดแสดงไว้
4. ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมควรสวมเสื้อผ้าที่สะอาด รัดกุม ไม่เปียกชื้นหรือเปื้อนน้ำมัน
5. อย่าวางอุปกรณ์ เครื่องมือไว้ที่พื้นโรงงาน ควรวางไว้บนที่ที่มีฉนวนรองรับหรือแขวนไว้
6. ขณะทำงานผู้ปฏิบัติงานจะต้องสวมใส่อุปกรณ์ที่มีฉนวนป้องกันไฟฟ้า เช่น ถุงมือหนัง เสื้อหนังและรองเท้านิรภัย
7. ในขณะเปิดเครื่องเชื่อมไม่ควรเปลี่ยน ซ่อมแซมสายเชื่อม ควรทำการปิดสวิตซ์ให้เรียบร้อยก่อนทำการตรวจสอบหรือเคลื่อนย้าย

1.5 สาเหตุและวิธีการป้องกันอันตรายจากการระเบิดและไฟไหม้

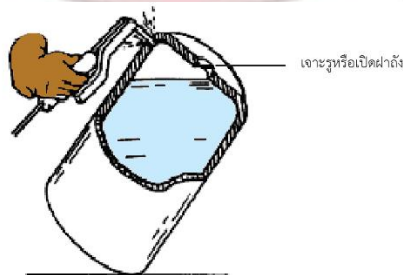
นอกจากอันตรายที่กล่าวมาแล้วทั้ง 3 ประเภท ยังมีอันตรายอื่น ๆ อีก ได้แก่

1.5.1 อันตรายจากการระเบิดเนื่องจากการเชื่อมถังก๊าซหรือถังบรรจุแก๊ส

ดังนั้นก่อนทำการเชื่อมจะต้องทำความสะอาด กำจัดคราบน้ำมันและไล่แก๊สออกให้หมด โดยต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าจะไม่มีอันตรายจากการระเบิด อันตรายอาจเกิดขึ้นได้จากการตัดสินใจโดยไม่รอบคอบ

1.5.2 อันตรายจากไฟไหม้

ก่อนทำการเชื่อมต้องแน่ใจว่าบริเวณที่ทำการเชื่อมไม่มีสิ่งของหรือวัสดุที่ติดไฟได้ง่าย เช่น กระดาษ สีนํ้ามัน เศษไม้ เป็นต้น ซึ่งจะเกิดการลุกไหม้เมื่อโดนสะเก็ดไฟเชื่อมกระเด็นใส่



รูปที่ 1.5 แสดงการป้องกันการระเบิดจากการเชื่อมถังก๊าซ
(ที่มา : <http://www.fortunecity.com>)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 1 : ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม	หน่วยที่ 1
		สอนครั้งที่ 1-2
		ชั่วโมงรวม 4

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. สิ่งที่คุณปฏิบัติงานต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรกก่อนการปฏิบัติงาน คือสิ่งใด

.....

.....

.....

2. อันตรายจากการเชื่อมไฟฟ้า ได้แก่อะไรบ้าง

.....

.....

.....

3. คว้นพิษที่เกิดจากการเชื่อมประกอบด้วยแก๊สชนิดใดบ้าง

.....

.....

.....

4. วิธีป้องกันอันตรายจากคว้นพิษสามารถทำได้กี่วิธี อะไรบ้าง

.....

.....

.....

5. รังสีที่เกิดจากการเชื่อมเป็นอันตรายต่อร่างกายอย่างไร

.....

.....

.....

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 1 : ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม	หน่วยที่ 1
		สอนครั้งที่ 1-2
		ชั่วโมงรวม 4

ใบเฉลยแบบฝึกหัดโมดูลที่ 1

- สิ่งที่ผู้ปฏิบัติงานต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรกก่อนการปฏิบัติงาน คือสิ่งใด
การป้องกันอันตรายจะต้องปฏิบัติเป็นอันดับแรก
- อันตรายจากการเชื่อมไฟฟ้า ได้แก่อะไรบ้าง
 - ควันและไอจากออกไซด์ของโลหะงานและสารพอกหุ้ม (Flux)
 - รังสีที่เกิดจากการเชื่อม
 - ไฟฟ้าดูด
 - การระเบิดของชิ้นงาน เช่น ถังน้ำมัน เป็นต้น
- ควันพิษที่เกิดจากการเชื่อมประกอบด้วยแก๊สชนิดใดบ้าง
 - แก๊สไนโตรเจนออกไซด์ ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในบรรยากาศ แต่อาจจะเกิดได้ในขณะทำการเชื่อม ควันจากการเชื่อมชนิดนี้จะก่อให้เกิดการระคายเคืองที่ตา จมูกและลำคอ ถ้าได้รับในปริมาณที่เกิน 25 ในหนึ่งล้านส่วนจะทำให้เกิดการขาดออกซิเจนในเลือด ทำให้หมดสติได้
 - โอโซน ส่วนใหญ่มักจะเกิดขึ้นจากการเชื่อมที่ใช้แก๊สอาร์กอน ควันจากการเชื่อมทั้งสแตนเลสหรือการเชื่อมด้วยแก๊สโอโซนจะก่อให้เกิดโรคทางเดินหายใจเรื้อรัง เกิดการระคายเคืองที่ตาและเยื่อ
 - แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์เกิดจากการใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการเชื่อม หรือเกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของสารบางชนิด เช่น สี ไขมันหรือสิ่งสกปรก
 - ควันที่เกิดจากโลหะหนักขณะปฏิบัติงานเชื่อม เช่น นิกเกิลและโครเมียม ซึ่งควรหลีกเลี่ยงเพราะมีผลเสียต่อปอดและอวัยวะอื่น โลหะหนักอีกชนิดหนึ่งที่เป็นอันตรายมาก คือ แคดเมียมเพราะพิษของมันมีผลต่อปอด ไต ตลอดจนระบบเลือด ดังนั้นก่อนการเชื่อมโลหะที่มีแคดเมียมเป็นองค์ประกอบ ควรตรวจสอบวิธีการเชื่อมที่ปลอดภัยจากผู้ควบคุมงานหรือเจ้าหน้าที่ความปลอดภัย
- วิธีป้องกันอันตรายจากควันพิษสามารถทำได้กี่วิธี อะไรบ้าง
 วิธีป้องกันอันตรายจากควันพิษ สามารถป้องกันได้ 2 วิธี คือ
 - โดยการระบายอากาศ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ
 - การระบายอากาศทั่วโรงงาน ควรจะเลือกวิธีให้เหมาะกับขนาดของโรงงาน อาจใช้พัดลม (Blower) หรือพัดลมดูดอากาศติดหลังคา (Roof Ventilator) โดยพิจารณาสภาพของโรงงาน ถ้าหลังคาโรงงานต่ำ การระบายอากาศทั้งโรงงานจะทำได้ง่ายกว่าโรงงานที่มีหลังคาสูง นอกจากการระบายอากาศที่กล่าวมาแล้วยังมีวิธีอื่น เช่น วิธีระบายอากาศแบบดูดเข้าและเป่าออกในขณะเดียวกันหรือโดยการทำให้เกิดกระแสลมภายในโรงงานแต่จะมีผลกับการเชื่อมแบบใช้แก๊สปกคลุม ซึ่งควรระวังในจุดนี้ด้วย
 - การระบายอากาศเฉพาะบริเวณ สามารถทำได้ 2 วิธี คือ
 - ดูดผ่านอุปกรณ์กรองอากาศ ในกรณีแก๊สและควันมีปริมาณน้อย
 - ดูดควันและแก๊สจากการเชื่อมทั้งนอกโรงงาน วิธีนี้ใช้กรณีที่แก๊สและควันมีปริมาณมาก

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 1 : ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม	หน่วยที่ 1
		สอนครั้งที่ 1-2
		ชั่วโมงรวม 4

2. โดยการใช้อุปกรณ์ป้องกัน ได้แก่

1) หน้ากากป้องกันไอพิษ (Poison Respirators) ใช้ในกรณีที่บริเวณอากาศอับ เช่น ภายในอุโมงค์ ถึงขนาดใหญ่ เป็นต้น



ภาพที่ 1.1 แสดงหน้ากากป้องกันไอพิษ
(ภาพจาก : <http://www.nwha.org>)

2) หน้ากากป้องกันฝุ่น (Dust Respirators) ใช้ในบริเวณที่มีฝุ่นมาก แต่จะไม่สามารถป้องกันแก๊สและควันได้และถ้าบริเวณนั้นมีออกซิเจนน้อยไม่ควรใช้เพราะอาจขาดออกซิเจนได้



5. รังสีที่เกิดจากการเชื่อมเป็นอันตรายต่อร่างกายอย่างไร

รังสีจากการเชื่อม ที่เป็นอันตรายจะอยู่ในช่วงความถี่ที่ตามองไม่เห็น ได้แก่

1. รังสีอินฟราเรด (Infrared, IR) หรือเรียกอีกชื่อว่า รังสีใต้แดงหรือรังสีความร้อน เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่างคลื่นวิทยุและแสงมีความถี่ในช่วง 10¹¹ – 10¹⁴ เฮิรตซ์ เป็นรังสีที่เป็นอันตรายต่อตาเนื่องจากช่วงคลื่นของแสงใต้แดงที่ยาวจะถูกกลืนไว้หมดโดยตาดำทำให้ตาชุ่น ส่วนช่วงคลื่นของรังสีใต้แดงที่สั้นกว่าจะส่องผ่านตาดำและถูกดูดกลืนโดยเลนส์ตา จนเกิดเป็นต้อกระจกจากความร้อน (Heat Cataract) รังสีชนิดนี้อาจจะทะลุถึงจอภาพ (Retina) ของนัยน์ตาทำให้เซลล์ของจอภาพตายได้ ทำให้ไม่สามารถมองเห็นได้ชัด ซึ่งมักจะเกิดกับช่างเชื่อมที่ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตราย

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 1 : ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม	หน่วยที่ 1
		สอนครั้งที่ 1-2
		ชั่วโมงรวม 4

2. รังสีอัลตราไวโอเล็ต (รังสีเหนือม่วง) รังสีนี้เมื่อแผ่กระจายออกไปจะมีผลรุนแรงในการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีกับสิ่งมีชีวิต โดยรังสีจะถูกดูดโดยเยื่อตาและแก้วตา ถ้าตาได้รับรังสีในปริมาณมากจะทำให้เกิดความรู้สึกเหมือนมีสิ่งแปลกปลอมหรือเม็ดทรายเข้าไปอยู่ในตา จะมีอาการระคายเคืองจากการตีบตันของทางเดินน้ำตาอย่างรุนแรงทำให้เกิดตาแดง มีน้ำตาไหลตลอดเวลา สීමตาไม่ขึ้น จะมีอาการมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณการถูกรังสีซึ่งอาการดังกล่าวจะแสดงภายใน 30 นาที ถึง 6 ชั่วโมงหลังจากได้รับรังสี โดยแสดงอาการติดต่อกันนาน 6-24 ชั่วโมงและหายไปเองภายใน 48 ชั่วโมง



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 1 : ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม	หน่วยที่ 1
		สอนครั้งที่ 1-2
		ชั่วโมงรวม 4

ใบปฏิบัติงานโมดูลที่ 1

เรื่อง ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม

ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 3 – 4 คน ศึกษาและค้นคว้า นำเสนอข้อมูลที่ได้ศึกษาและค้นคว้า เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในห้องเรียน

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสถิติการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล พร้อมอธิบาย
2. ศึกษาข้อมูลอธิบาย และแบ่งกลุ่มผู้เรียนให้ออกแบบแผนผังพื้นที่ปฏิบัติงานเชื่อมที่ปลอดภัย



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 1 : ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม	หน่วยที่ 1
		สอนครั้งที่ 1-2
		ชั่วโมงรวม 4

แบบทดสอบหลังเรียนโมดูลที่ 1

- คำชี้แจง :**
- แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ
 - ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
 - เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 30 นาที
- ข้อใด ไม่ใช่ อันตรายที่เกิดจากการเชื่อมไฟฟ้า
 - ควันจากการเชื่อม
 - รังสีจากการเชื่อม
 - ไฟฟ้าดูด
 - เครื่องเชื่อมระเบิด
 - ควันที่เกิดจากการเชื่อมโลหะหนัก โดยเฉพาะ แคดเมียม มีผลอย่างไรต่อร่างกาย
 - ทำให้หายใจไม่สะดวก
 - เป็นพิษต่อปอด และ ไต
 - ทำให้ตาอักเสบรุนแรงถึงบอด
 - ทำให้จมูกและคออักเสบ
 - วิธีป้องกันอันตรายควันพิษที่เกิดจากการเชื่อม สามารถกระทำได้อย่างไรได้
 - หลีกเลี่ยงการเชื่อมโลหะที่เชื่อมแล้วเกิดควัน
 - โดยการระบายอากาศและใช้อุปกรณ์ป้องกัน
 - ใช้พัดลมเป่า
 - เชื่อมในที่โล่งแจ้งมีอากาศถ่ายเทได้สะดวก
 - แสงจากการเชื่อม เป็นอันตรายต่อร่างกายอย่างไร
 - ทำให้ผิวหนังแสบก่อนวัย
 - ทำให้ตามืดไปชั่วขณะ
 - ทำให้สายตาสั้นและตาเสื่อมสภาพ
 - ทำให้เยื่อแก้วตาและผิวหนังอักเสบ
 - การป้องกันรังสีจากการเชื่อมสามารถกระทำได้อย่างไรได้
 - อยู่ห่างจากบริเวณที่ทำการเชื่อม
 - ในขณะที่ทำการเชื่อมควรใช้กระแสไฟต่ำ ๆ
 - ใช้หน้ากากเชื่อมและสวมชุดป้องกันขณะปฏิบัติงานเชื่อม
 - ใช้หน้ากากเชื่อมชนิดความเข้มของเลนส์เบอร์ต่ำ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 1 : ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม	หน่วยที่ 1
		สอนครั้งที่ 1-2
		ชั่วโมงรวม 4

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลที่ 1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				



คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน
สรุปผล () ผ่านเกณฑ์
() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ
(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 1 : ความปลอดภัยและสุขอนามัยในงานเชื่อม	หน่วยที่ 1
		สอนครั้งที่ 1-2
		ชั่วโมงรวม 4

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลที่ 1

ข้อที่	คำตอบ
1.	ง
2.	ข
3.	ข
4.	ง
5.	ค



หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567

รายวิชา มาตรฐานงานเชื่อม 1 รหัสวิชา 30103-2003

บทเรียนโมดูลที่ 2

เรื่อง คำนิยามและสัญลักษณ์ในงานเชื่อม

โดย

นางสาวเบญจวรรณ สังฆานาคินทร์

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1
โมดูลที่ 2 : คำนิยามและสัญลักษณ์ในงานเชื่อม

หน่วยที่ 2

สอนครั้งที่ 3-4

ชั่วโมงรวม 4

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 2 : คำนิยามและสัญลักษณ์ในงานเชื่อม	หน่วยที่ 2
		สอนครั้งที่ 3-4
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 2

คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

ก่อนที่จะเริ่มต้นศึกษาวิชามาตรฐานงานเชื่อม 1 นี้ ควรจะศึกษารายละเอียดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชา มาตรฐานงานเชื่อม 1 เพื่อจะได้มีแนวคิดเกี่ยวกับวิชามาตรฐานงานเชื่อม 1 และเป็นการเตรียมพร้อมที่จะ ศึกษาวิชานี้

ส่วนประกอบบทเรียนโมดูลประกอบด้วย

1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบกระดาษคำตอบ
2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ใบจุดประสงค์
4. ใบความรู้
5. ใบแบบฝึกหัด
6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด
7. ใบปฏิบัติงาน
8. ใบแบบทดสอบหลังเรียนและใบกระดาษคำตอบ
9. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 2 : คำนิยามและสัญลักษณ์ในงานเชื่อม	หน่วยที่ 2
		สอนครั้งที่ 3-4
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 2

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
3. ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
4. บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 2 : คำนิยามและสัญลักษณ์ในงานเชื่อม	หน่วยที่ 2
		สอนครั้งที่ 3-4
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 2

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล (ต่อ)

- เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน
- ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง
- เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
- ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
- ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบทวนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 2 : คำนิยามและสัญลักษณ์ในงานเชื่อม	หน่วยที่ 2
		สอนครั้งที่ 3-4
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 2

หลักการและเหตุผล (Prospectus)

ก่อนที่จะเริ่มต้นศึกษาวิชามาตรฐานงานเชื่อม 1 นี้ ควรจะศึกษารายละเอียดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชา มาตรฐานงานเชื่อม 1 เสียก่อน เพื่อจะได้มีแนวคิดเกี่ยวกับวิชามาตรฐานงานเชื่อม 1 และเป็นการเตรียมพร้อม ที่จะศึกษาวิชานี้ รวมทั้งแนวทางการศึกษาต่อ ซึ่งเนื้อหาที่จะนำมาศึกษาในโมดูลนี้ จะมีเนื้อหาเกี่ยวกับ หลักการคำนิยามและสัญลักษณ์ในงานเชื่อม

จุดมุ่งหมาย (Objective)

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในเรื่องคำนิยามและ สัญลักษณ์ในงานเชื่อม

ความรู้พื้นฐาน (Prerequisites)

ในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้ให้ได้ผลดีนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานด้านคำนิยามและ สัญลักษณ์ในงานเชื่อม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 2 : คำนิยามและสัญลักษณ์ในงานเชื่อม	หน่วยที่ 2
		สอนครั้งที่ 3-4
		ชั่วโมงรวม 4

แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลที่ 2

คำชี้แจง : 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ
2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

- ความหมายของมาตรฐานงานเชื่อมคืออะไร
 - ข้อกำหนดและแนวทางในการเชื่อมที่กำหนดเพื่อให้ได้งานเชื่อมที่มีคุณภาพและปลอดภัย
 - การทดสอบความสามารถของช่างเชื่อม
 - กระบวนการเชื่อมโดยใช้ลำแสงเลเซอร์
 - การควบคุมเครื่องเชื่อมอัตโนมัติ
 - การตรวจสอบคุณภาพของงานเชื่อม
- องค์กรใดเป็นที่รู้จักกันดีในการกำหนดมาตรฐานงานเชื่อม
 - International Organization for Standardization (ISO)
 - Food and Drug Administration (FDA)
 - National Aeronautics and Space Administration (NASA)
 - Centers for Disease Control and Prevention (CDC)
 - Federal Aviation Administration (FAA)
- American Welding Society (AWS) เป็นองค์กรที่ทำหน้าที่อะไร
 - กำหนดมาตรฐานการเชื่อม
 - กำกับดูแลด้านอาหารและยา
 - วิจัยและพัฒนาอวกาศ
 - ส่งเสริมสุขภาพและความปลอดภัย
 - กำกับดูแลการบินและอวกาศ
- ข้อใดไม่ใช่องค์กรหรือสถาบันที่กำหนดมาตรฐานงานเชื่อม
 - American Welding Society (AWS)
 - International Organization for Standardization (ISO)
 - Bureau of Indian Standards (BIS)
 - Food and Drug Administration (FDA)
 - European Committee for Standardization (CEN)
- ข้อใดคือความหมายของ "welding process"
 - การทดสอบและรับรองวิธีการเชื่อม
 - การทดสอบความสามารถของช่างเชื่อม
 - กระบวนการและวิธีการต่างๆ ที่ใช้ในการเชื่อมต่อวัสดุสองชิ้นหรือมากกว่านั้นเข้าด้วยกัน
 - การควบคุมเครื่องเชื่อมอัตโนมัติ จ. การตรวจสอบคุณภาพของงานเชื่อม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 2 : คำนิยามและสัญลักษณ์ในงานเชื่อม	หน่วยที่ 2
		สอนครั้งที่ 3-4
		ชั่วโมงรวม 4

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลที่ 2

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				



คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน
 สรุปผล () ผ่านเกณฑ์
 () ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ
 (.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 2 : คำนิยามและสัญลักษณ์ในงานเชื่อม	หน่วยที่ 2
		สอนครั้งที่ 3-4
		ชั่วโมงรวม 4

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลที่ 2

ข้อที่	คำตอบ
1.	ก
2.	ก
3.	ก
4.	ง
5.	ค

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 2 : คำนิยามและสัญลักษณ์ในงานเชื่อม	หน่วยที่ 2
		สอนครั้งที่ 3-4
		ชั่วโมงรวม 4

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของคำนิยามที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมได้อย่างถูกต้อง
2. ระบุและอธิบายความหมายของสัญลักษณ์งานเชื่อมได้อย่างถูกต้อง
3. อ่านและเขียนสัญลักษณ์งานเชื่อมได้ตามมาตรฐาน



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 2 : คำนิยามและสัญลักษณ์ในงานเชื่อม	หน่วยที่ 2
		สอนครั้งที่ 3-4
		ชั่วโมงรวม 4

ใบความรู้

หน่วยที่ 2 คำนิยามและสัญลักษณ์ในงานเชื่อม

2.1 ความหมายของมาตรฐานงานเชื่อม

1. ข้อกำหนดทางเทคนิค มาตรฐานงานเชื่อมประกอบด้วยข้อกำหนดทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับวิธีการเชื่อมวัสดุที่ใช้ เครื่องมือและอุปกรณ์ เทคนิคการเชื่อม การตรวจสอบคุณภาพ และความปลอดภัยในกระบวนการเชื่อม
2. แนวทางการปฏิบัติ มาตรฐานจะให้แนวทางการปฏิบัติที่ดีที่สุดเพื่อให้การเชื่อมเป็นไปตามข้อกำหนดที่กำหนดไว้ ทั้งในแง่ของคุณภาพของชิ้นงานและความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน
3. การตรวจสอบและการรับรองมาตรฐาน มักจะรวมถึงวิธีการตรวจสอบและการรับรองคุณภาพของการเชื่อม เพื่อให้แน่ใจว่าชิ้นงานที่ติดขึ้นตามมาตรฐานนั้นมีคุณภาพตามที่กำหนด

ความสำคัญของมาตรฐานงานเชื่อม

1. คุณภาพของชิ้นงาน มาตรฐานงานเชื่อมช่วยให้ชิ้นงานที่เชื่อมมีคุณภาพสม่ำเสมอและตรงตามความต้องการทางวิศวกรรม ซึ่งสำคัญอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมที่ต้องการความแข็งแรงและความทนทาน เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมการก่อสร้าง และอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักร
2. ความปลอดภัยการปฏิบัติตามมาตรฐาน ช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุหรือปัญหาด้านความปลอดภัย ทั้งต่อผู้ปฏิบัติงานและผู้ใช้งานชิ้นงานที่ผลิตขึ้น
3. ความสอดคล้องและความน่าเชื่อถือ มาตรฐานช่วยสร้างความสอดคล้องในกระบวนการผลิตและการตรวจสอบ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมามีความน่าเชื่อถือและสามารถใช้งานร่วมกับชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ผลิตตามมาตรฐานเดียวกันได้
4. การประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย การมีมาตรฐานช่วยลดความจำเป็นในการทดลองและการทำซ้ำขั้นตอนการผลิต เนื่องจากมีแนวทางที่ชัดเจนให้ปฏิบัติตาม นอกจากนี้ยังลดความเสี่ยงของการเกิดข้อผิดพลาดที่ต้องแก้ไข ภายหลังการกำหนดมาตรฐานงานเชื่อมมักจะได้รับการสนับสนุนจากหลายองค์กรทั้งในระดับนานาชาติและระดับประเทศ ต่อไปนี้คือหน่วยงานหลักๆ ที่มีบทบาทสำคัญในการกำหนดมาตรฐานงานเชื่อม

2.2 องค์กรหรือสถาบันที่กำหนดมาตรฐานงานเชื่อม

1. American Welding Society (AWS) เป็นหนึ่งในองค์กรชั้นนำของโลกที่กำหนดมาตรฐานงานเชื่อมในสหรัฐอเมริกา AWS มีมาตรฐานต่างๆ มากมายที่ครอบคลุมเทคนิคและกระบวนการเชื่อม รวมถึงการตรวจสอบและการรับรองคุณภาพ
2. International Organization for Standardization (ISO) องค์กรระหว่างประเทศที่พัฒนามาตรฐานในหลายสาขา รวมถึงงานเชื่อม มาตรฐาน ISO ที่เกี่ยวกับการเชื่อม เช่น ISO 3834 (Quality requirements for fusion welding of metallic materials)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 2 : คำนิยามและสัญลักษณ์ในงานเชื่อม	หน่วยที่ 2
		สอนครั้งที่ 3-4
		ชั่วโมงรวม 4

3. American Society of Mechanical Engineers (ASME) องค์กรที่กำหนดมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมเครื่องกลและงานเชื่อม มาตรฐาน ASME Section IX ครอบคลุมถึงข้อกำหนดสำหรับการเชื่อมและการทดสอบ

4. European Committee for Standardization (CEN) หน่วยงานที่พัฒนามาตรฐานยุโรป ซึ่งรวมถึงมาตรฐานงานเชื่อมด้วย มาตรฐาน EN 287 และ EN 288 เป็นตัวอย่างของมาตรฐานงานเชื่อมในยุโรป

5. The Welding Institute (TWI) องค์กรวิจัยและพัฒนาที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างมาตรฐานและแนวทางการเชื่อมในสหราชอาณาจักร

6. Japanese Industrial Standards (JIS) มาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่นซึ่งรวมถึงมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับงานเชื่อมด้วย เช่น JIS Z 3000 ซีรีส์

7. German Institute for Standardization (DIN) องค์กรที่กำหนดมาตรฐานในเยอรมนี DIN EN ISO เป็นมาตรฐานที่ใช้ในงานเชื่อมที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล

8. Bureau of Indian Standards (BIS) หน่วยงานมาตรฐานของอินเดียซึ่งกำหนดมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับงานเชื่อมในอินเดียองค์กรเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการพัฒนามาตรฐานงานเชื่อมที่มีคุณภาพ ปลอดภัย และสอดคล้องกับเทคโนโลยีและความต้องการของอุตสาหกรรมในปัจจุบัน มาตรฐานเหล่านี้ช่วยให้ผู้ประกอบการและผู้ปฏิบัติงานเชื่อมสามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย

2.3 ความหมายของคำว่า "Welding process"

การมีมาตรฐานงานเชื่อมที่ดีจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้อุตสาหกรรมต่างๆ สามารถผลิตชิ้นงานที่มีคุณภาพ และปลอดภัยคำว่า "welding process" หรือ "กระบวนการเชื่อม" หมายถึงขั้นตอนและวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในการเชื่อมต่อวัสดุสองชิ้นหรือมากกว่านั้นเข้าด้วยกันโดยใช้ความร้อน ความดัน หรือทั้งสองอย่าง กระบวนการเชื่อมสามารถแบ่งออกเป็นหลายประเภท ขึ้นอยู่กับเทคนิคและอุปกรณ์ที่ใช้ ต่อไปนี้เป็นประเภทหลัก ๆ ของกระบวนการเชื่อมคำว่า "welding process" หรือ "กระบวนการเชื่อม" หมายถึง ขั้นตอนและวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในการเชื่อมต่อวัสดุสองชิ้นหรือมากกว่านั้นเข้าด้วยกันโดยใช้ความร้อน ความดัน หรือทั้งสองอย่างกระบวนการเชื่อมสามารถแบ่งออกเป็นหลายประเภท ขึ้นอยู่กับเทคนิคและอุปกรณ์ที่ใช้ ต่อไปนี้เป็นประเภทหลัก ๆ ของกระบวนการเชื่อม

1. การเชื่อมแบบใช้ความร้อน

- การเชื่อมอาร์ค (Arc Welding) ใช้การปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านช่องว่างระหว่างอิเล็กโทรดกับวัสดุที่ต้องการเชื่อม ซึ่งทำให้เกิดความร้อนสูงมากพอที่จะทำให้โลหะหลอมละลายและรวมตัวกัน
- Shielded Metal Arc Welding (SMAW) การเชื่อมโดยใช้อิเล็กโทรดหุ้มฟลักซ์
- Gas Metal Arc Welding (GMAW หรือ MIG) การเชื่อมโดยใช้อิเล็กโทรดลวดเติมและแก๊สปกคลุม
- Gas Tungsten Arc Welding (GTAW หรือ TIG) การเชื่อมโดยใช้ทั้งสแตนอิเล็กโทรดและแก๊สปกคลุม
- การเชื่อมด้วยแก๊ส (Gas Welding) ใช้แก๊สในการสร้างเปลวไฟเพื่อทำให้โลหะหลอมละลายและรวมตัวกัน เช่น การเชื่อมออกซิอะเซทิลีน (Oxy-Acetylene Welding)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 2 : คำนิยามและสัญลักษณ์ในงานเชื่อม	หน่วยที่ 2
		สอนครั้งที่ 3-4
		ชั่วโมงรวม 4

2. การเชื่อมแบบใช้ความดัน

- การเชื่อมแรงดันไฟฟ้า (Resistance Welding) ใช้ความดันร่วมกับการผ่านกระแสไฟฟ้าผ่านชิ้นงานทำให้เกิดความร้อนและการหลอมละลายที่จุดสัมผัส เช่น การเชื่อมจุด (Spot Welding)

3. การเชื่อมด้วยลำแสงพลังงานสูง

- การเชื่อมด้วยเลเซอร์ (Laser Beam Welding) ใช้ลำแสงเลเซอร์เพื่อทำให้โลหะหลอมละลายและรวมตัวกัน

- การเชื่อมด้วยลำแสงอิเล็กตรอน (Electron Beam Welding) ใช้ลำแสงอิเล็กตรอนที่มีพลังงานสูงในการทำให้โลหะหลอมละลายและรวมตัวกัน

4. การเชื่อมโดยใช้แรงเสียดทาน

- การเชื่อมแรงเสียดทาน (Friction Welding) ใช้แรงเสียดทานที่เกิดจากการหมุนหรือการเคลื่อนที่สัมผัสระหว่างวัสดุที่เชื่อมจนเกิดความร้อนและการหลอมละลายกระบวนการเชื่อมเหล่านี้ถูกเลือกใช้ตามความเหมาะสมกับลักษณะงาน วัสดุ และความต้องการทางเทคนิคอื่น ๆ การเลือกใช้กระบวนการเชื่อมที่ถูกต้องจะช่วยให้ได้ผลลัพธ์ที่มีคุณภาพ ปลอดภัย และมีประสิทธิภาพตลอดจนสร้างความน่าเชื่อถือในผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 ความหมายของคำว่า “Welding procedure qualification”

"Welding Procedure Qualification" หรือ "การทดสอบและรับรองวิธีการเชื่อม" หมายถึงกระบวนการที่ใช้ในการตรวจสอบและรับรองว่าวิธีการเชื่อมที่กำหนดไว้มีความเหมาะสมและสามารถผลิตชิ้นงานที่มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด การทดสอบและรับรองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้แน่ใจว่ากระบวนการเชื่อมนั้นสามารถให้ผลลัพธ์ที่สม่ำเสมอและเป็นไปตามข้อกำหนดทางวิศวกรรมและความปลอดภัย

กระบวนการนี้ประกอบด้วยหลายขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1. การจัดทำและกำหนดวิธีการเชื่อม (Welding Procedure Specification - WPS)

- WPS เป็นเอกสารที่ระบุรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการเชื่อมที่ต้องการใช้งาน เช่น ประเภทของวัสดุการเตรียมพื้นผิว ลักษณะของการเชื่อม พารามิเตอร์การเชื่อม(กระแสไฟฟ้า แรงดัน ความเร็วในการเชื่อม เป็นต้น) และอุปกรณ์ที่ใช้

2. การทดสอบตัวอย่าง (Weld Procedure Qualification Test)

- ทำการเชื่อมตัวอย่างตาม WPS ที่กำหนด จากนั้นนำตัวอย่างที่เชื่อมแล้วไปทำการทดสอบต่างๆ เช่น การทดสอบแรงดึง การทดสอบแรงกระแทก การทดสอบการโค้งงอ และการตรวจสอบทางกลศาสตร์และทางกายภาพอื่น ๆ เพื่อประเมินคุณภาพของรอยเชื่อม

3. การตรวจสอบและวิเคราะห์ผล (Testing and Evaluation)

- ผลการทดสอบจะถูกวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบว่ารอยเชื่อมที่ได้มีคุณสมบัติเป็นไปตามข้อกำหนดหรือไม่ เช่น การไม่มีรอยร้าว การทนต่อแรงดึงและแรงกระแทกตามมาตรฐานที่กำหนด

4. การจัดทำรายงานผลการทดสอบ (Procedure Qualification Record - PQR)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 2 : คำนิยามและสัญลักษณ์ในงานเชื่อม	หน่วยที่ 2
		สอนครั้งที่ 3-4
		ชั่วโมงรวม 4

- PQR เป็นเอกสารที่บันทึกผลการทดสอบและการตรวจสอบรอยเชื่อม รวมถึงข้อสรุปว่าการทดสอบนั้นผ่านหรือไม่ผ่านข้อกำหนด PQR จะใช้เป็นหลักฐานที่แสดงว่าวิธีการเชื่อมนั้นได้รับการทดสอบและรับรองแล้ว

5. การรับรองและการอนุมัติ (Certification and Approval)

- หากผลการทดสอบผ่านตามมาตรฐานที่กำหนด วิธีการเชื่อมนั้นจะได้รับการรับรองและสามารถนำไปใช้งานได้จริงในกระบวนการผลิต

การทดสอบและรับรองวิธีการเชื่อมนี้เป็นขั้นตอนสำคัญในการประกันคุณภาพของงานเชื่อมในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมการผลิต อุตสาหกรรมการก่อสร้าง และอุตสาหกรรมยานยนต์ ช่วยให้มั่นใจได้ว่างานเชื่อมที่ทำจะมีคุณภาพสูงและปลอดภัยตามมาตรฐานที่กำหนด

2.5 ความหมายของคำว่า “Welder qualification”

"Welder Qualification" หรือ "การรับรองความสามารถของช่างเชื่อม" หมายถึงกระบวนการทดสอบและรับรองว่าช่างเชื่อมมีความสามารถและทักษะเพียงพอที่จะดำเนินการเชื่อมตามมาตรฐานที่กำหนดกระบวนการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้แน่ใจว่าช่างเชื่อมสามารถผลิตงานเชื่อมที่มีคุณภาพสูงและปลอดภัย

กระบวนการรับรองความสามารถของช่างเชื่อมมีขั้นตอนหลักๆ ดังนี้

1. การเตรียมตัวและการฝึกอบรม (Training and Preparation)

- ช่างเชื่อมจะต้องผ่านการฝึกอบรมที่เหมาะสมเพื่อให้มีทักษะและความรู้ในการเชื่อม รวมถึงความเข้าใจในเทคนิคและกระบวนการเชื่อมที่ใช้

2. การทดสอบทักษะ (Welding Performance Qualification Test)

- ช่างเชื่อมจะต้องทำการเชื่อมตัวอย่างตามข้อกำหนดและเงื่อนไขที่ระบุใน Welding Procedure Specification (WPS) ซึ่งตัวอย่างที่เชื่อมจะต้องผ่านการทดสอบต่างๆ เช่น การทดสอบทางกลและทางกายภาพเพื่อประเมินคุณภาพของรอยเชื่อม

- การทดสอบนี้อาจรวมถึงการเชื่อมในตำแหน่งต่างๆ (เช่น แนวนอน แนวตั้ง เหนือศีรษะ) และใช้วิธีการเชื่อมที่หลากหลาย (เช่น การเชื่อมอาร์ก การเชื่อมแก๊ส)

3. การตรวจสอบและประเมินผล (Inspection and Evaluation)

- ตัวอย่างที่เชื่อมจะถูกตรวจสอบอย่างละเอียดโดยผู้ตรวจสอบที่ได้รับการรับรอง เพื่อตรวจสอบว่ารอยเชื่อมมีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดหรือไม่

- การตรวจสอบนี้อาจรวมถึงการตรวจสอบด้วยสายตา การทดสอบแรงดึง การทดสอบแรงกระแทก การทดสอบการโค้งงอ และการตรวจสอบด้วยรังสีเอกซ์หรืออัลตราซาวด์

4. การจัดทำรายงานผลการทดสอบ (Test Report)

- ผลการทดสอบและการตรวจสอบจะถูกบันทึกในรายงานการทดสอบ ซึ่งระบุรายละเอียดเกี่ยวกับการเชื่อม การทดสอบ และผลลัพธ์ของการทดสอบ

5. การรับรองและการออกใบรับรอง (Certification and Issuance of Qualification Certificate)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 2 : คำนิยามและสัญลักษณ์ในงานเชื่อม	หน่วยที่ 2
		สอนครั้งที่ 3-4
		ชั่วโมงรวม 4

- หากช่างเชื่อมผ่านการทดสอบและการตรวจสอบตามมาตรฐานที่กำหนด จะได้รับใบรับรองความสามารถ (Welder Qualification Certificate) ซึ่งระบุช่างเชื่อมได้รับการรับรองความสามารถในการเชื่อมตามวิธีและเงื่อนไขที่กำหนด

- ใบรับรองนี้มักจะมีอายุการใช้งานที่กำหนด และอาจต้องมีการต่ออายุหรือตรวจสอบซ้ำตามระยะเวลาที่กำหนด

การรับรองความสามารถของช่างเชื่อมเป็นกระบวนการที่สำคัญในการประกันคุณภาพและความปลอดภัยของงานเชื่อมในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ช่วยให้นั่นใจได้ว่าช่างเชื่อมมีทักษะและความรู้เพียงพอที่จะปฏิบัติงานเชื่อมได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

2.6 ความหมายของคำว่า “Welding operator”

"Welding Operator" หรือ "ผู้ปฏิบัติงานเชื่อม" หมายถึง บุคคลที่ทำหน้าที่ควบคุมและดำเนินการเครื่องเชื่อมอัตโนมัติหรือกึ่งอัตโนมัติในกระบวนการเชื่อม โดยทั่วไปแล้วผู้ปฏิบัติงานเชื่อมมักจะใช้เทคโนโลยีและเครื่องมือที่ถูกตั้งโปรแกรมหรือควบคุมโดยเครื่องจักรในการสร้างรอยเชื่อม ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมจะมีหน้าที่หลักในการตรวจสอบและควบคุมกระบวนการเชื่อม เพื่อให้แน่ใจว่ารอยเชื่อมที่ได้มีคุณภาพและเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

หน้าที่และความรับผิดชอบของผู้ปฏิบัติงานเชื่อม

1. การตั้งค่าและการปรับแต่งเครื่องเชื่อม (Setting Up and Adjusting Welding Machines)
 - การตั้งค่าเครื่องเชื่อมตามข้อกำหนดและการปรับแต่งพารามิเตอร์เชื่อม เช่น กระแสไฟฟ้า แรงดัน ความเร็วในการเชื่อม และการป้องกันลวดเชื่อม
2. การตรวจสอบและการเตรียมชิ้นงาน (Inspecting and Preparing Workpieces)
 - การตรวจสอบและเตรียมชิ้นงานที่จะเชื่อม รวมถึงการตรวจสอบความสะอาดและการจัดตำแหน่งชิ้นงานให้ถูกต้อง
3. การควบคุมและการดำเนินการกระบวนการเชื่อม (Controlling and Operating Welding Processes)
 - การควบคุมและติดตามกระบวนการเชื่อมเพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องจักรทำงานอย่างถูกต้อง และรอยเชื่อมที่ได้มีคุณภาพตามที่กำหนด
4. การตรวจสอบและการทดสอบรอยเชื่อม (Inspecting and Testing Welds)
 - การตรวจสอบรอยเชื่อมเบื้องต้นหลังการเชื่อมเพื่อประเมินคุณภาพของรอยเชื่อม และทำการทดสอบหากจำเป็น
5. การบำรุงรักษาเครื่องเชื่อม (Maintaining Welding Equipment)
 - การบำรุงรักษาและการทำความสะอาดเครื่องเชื่อมเป็นประจำ เพื่อให้เครื่องอยู่ในสภาพดีและพร้อมใช้งาน

ความแตกต่างระหว่างผู้ปฏิบัติงานเชื่อมและช่างเชื่อม

- ช่างเชื่อม (Welder) ช่างเชื่อมมักจะปฏิบัติงานเชื่อมด้วยตนเอง โดยใช้เครื่องมือเชื่อมแบบแมนนวลและทำการเชื่อมโดยตรง ช่างเชื่อมต้องมีทักษะสูงในการควบคุมการเชื่อมในตำแหน่งต่างๆ และสามารถปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์เชื่อมตามความเหมาะสม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 2 : คำนิยามและสัญลักษณ์ในงานเชื่อม	หน่วยที่ 2
		สอนครั้งที่ 3-4
		ชั่วโมงรวม 4

- ผู้ปฏิบัติงานเชื่อม (Welding Operator) ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมมักจะควบคุมเครื่องเชื่อมอัตโนมัติหรือกึ่งอัตโนมัติ โดยหน้าที่หลักคือการตรวจสอบและควบคุมกระบวนการเชื่อมที่ถูกตั้งโปรแกรมไว้ล่วงหน้า พวกเขาไม่จำเป็นต้องมีทักษะในการเชื่อมแบบแมนนวลสูงเท่ากับช่างเชื่อม แต่ต้องมีความรู้และความเข้าใจในการตั้งค่าและการปรับแต่งเครื่องเชื่อม ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมมีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมที่ใช้กระบวนการเชื่อมอัตโนมัติเช่น การผลิตยานยนต์ การผลิตโครงสร้างเหล็ก และอุตสาหกรรมการผลิตทั่วไป เพื่อให้มั่นใจได้ว่ากระบวนการเชื่อมดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และได้ผลลัพธ์ที่มีคุณภาพสูง

2.7 ความหมายของคำว่า "Welding inspector"

"Welding Inspector" หรือ "ผู้ตรวจสอบงานเชื่อม" หมายถึงบุคคลที่มีหน้าที่ตรวจสอบและประเมินคุณภาพของงานเชื่อมเพื่อให้มั่นใจว่าการเชื่อมนั้นเป็นไปตามมาตรฐาน ข้อกำหนด และข้อกำหนดทางวิศวกรรมที่กำหนดไว้ ผู้ตรวจสอบงานเชื่อมมีบทบาทสำคัญในการรักษาคุณภาพและความปลอดภัยของโครงสร้างและผลิตภัณฑ์ที่ใช้กระบวนการเชื่อม

หน้าที่และความรับผิดชอบของผู้ตรวจสอบงานเชื่อมได้แก่

1. การตรวจสอบเอกสารและข้อกำหนด (Reviewing Documents and Specifications)
 - ตรวจสอบและทบทวนข้อกำหนดทางวิศวกรรมและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อม รวมถึง Welding Procedure Specification (WPS), Procedure Qualification Records (POR) และ Welder Qualification Records (WQR)
2. การตรวจสอบก่อนการเชื่อม (Pre-Weld Inspection)
 - ตรวจสอบและประเมินการเตรียมชิ้นงานก่อนการเชื่อม เช่น การจัดตำแหน่งชิ้นงาน การเตรียมพื้นผิว และการตั้งค่าของเครื่องเชื่อม
3. การตรวจสอบระหว่างการเชื่อม (In-Process Inspection)
 - ตรวจสอบกระบวนการเชื่อมในระหว่างการเชื่อมเพื่อให้แน่ใจว่าการเชื่อมดำเนินไปตามข้อกำหนดเช่น การตรวจสอบพารามิเตอร์การเชื่อม การควบคุมอุณหภูมิ และการใช้อุปกรณ์ป้องกัน
4. การตรวจสอบหลังการเชื่อม (Post-Weld Inspection)
 - ตรวจสอบรอยเชื่อมหลังการเชื่อมเสร็จสิ้น เช่น การตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Inspection) การทดสอบแบบไม่ทำลาย (Non-Destructive Testing-NDT) เช่น การตรวจสอบด้วยรังสีเอกซ์ (Radiographic Testing - RT) การตรวจสอบด้วยอัลตราซาวด์ (Ultrasonic Testing-UT) และการตรวจสอบด้วยการทดสอบสารแทรกซึม (Penetrant Testing - PT)
5. การรายงานผลการตรวจสอบ (Reporting and Documentation)
 - จัดทำรายงานผลการตรวจสอบและการทดสอบ พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลและภาพถ่ายที่เกี่ยวข้อง เพื่อแสดงถึงคุณภาพของงานเชื่อมและการปฏิบัติตามมาตรฐาน
6. การตรวจสอบความปลอดภัย (Safety Inspection)
 - ตรวจสอบความปลอดภัยในกระบวนการเชื่อมเพื่อให้แน่ใจว่าผู้ปฏิบัติงานเชื่อมปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัยและสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันที่เหมาะสม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 2 : คำนิยามและสัญลักษณ์ในงานเชื่อม	หน่วยที่ 2
		สอนครั้งที่ 3-4
		ชั่วโมงรวม 4

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 2

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. การเชื่อม (Welding) คือ

.....

.....

.....

2. ลวดเชื่อม (Welding Electrode) คือ

.....

.....

.....

3. กระบวนการเชื่อม (Welding Process) คือ

.....

.....

.....

4. มาตรฐานการเชื่อม (Welding Standard) คือ

.....

.....

.....

5. การทดสอบการเชื่อม (Welding Test) คือ

.....

.....

.....

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 2 : คำนิยามและสัญลักษณ์ในงานเชื่อม	หน่วยที่ 2
		สอนครั้งที่ 3-4
		ชั่วโมงรวม 4

ใบเฉลยแบบฝึกหัดโมดูลที่ 2

- การเชื่อม (Welding) คือ
 - เฉลย: กระบวนการในการรวมโลหะหรือวัสดุอื่นๆ เข้าด้วยกันโดยใช้ความร้อนหรือแรงกด
- ลวดเชื่อม (Welding Electrode) คือ
 - เฉลย: วัสดุที่ใช้สำหรับเติมเต็มโลหะในกระบวนการเชื่อม ซึ่งอาจเป็นลวดแข็งหรือหุ้มด้วยฟลักซ์
- กระบวนการเชื่อม (Welding Process) คือ
 - เฉลย: วิธีการและเทคนิคที่ใช้ในการรวมโลหะหรือวัสดุอื่นๆ เข้าด้วยกัน เช่น SMAW, GMAW, GTAW, และ FCAW
- มาตรฐานการเชื่อม (Welding Standard) คือ
 - เฉลย: ข้อกำหนดที่กำหนดขึ้นเพื่อให้แน่ใจว่ากระบวนการเชื่อมและผลิตภัณฑ์เชื่อมมีคุณภาพและความปลอดภัยที่เพียงพอ
- การทดสอบการเชื่อม (Welding Test) คือ
 - เฉลย: กระบวนการในการประเมินคุณภาพและความสมบูรณ์ของรอยเชื่อมด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การทดสอบแบบไม่ทำลาย (NDT).

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 2 : คำนิยามและสัญลักษณ์ในงานเชื่อม	หน่วยที่ 2
		สอนครั้งที่ 3-4
		ชั่วโมงรวม 4

ใบปฏิบัติงานโมดูลที่ 2

เรื่อง คำนิยามและสัญลักษณ์ในงานเชื่อม

ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 3 – 4 คน ศึกษาและค้นคว้า นำเสนอข้อมูลที่ได้ศึกษาและค้นคว้า เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในห้องเรียน

1. ศึกษาข้อมูลอธิบาย นำเสนอผลงานการเขียนสัญลักษณ์งานเชื่อมของแต่ละกลุ่ม



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 2 : คำนิยามและสัญลักษณ์ในงานเชื่อม	หน่วยที่ 2
		สอนครั้งที่ 3-4
		ชั่วโมงรวม 4

แบบทดสอบหลังเรียนโมดูลที่ 2

คำชี้แจง : 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ
2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

- ความหมายของมาตรฐานงานเชื่อมคืออะไร
 - ข้อกำหนดและแนวทางในการเชื่อมที่กำหนดเพื่อให้ได้งานเชื่อมที่มีคุณภาพและปลอดภัย
 - การทดสอบความสามารถของช่างเชื่อม
 - กระบวนการเชื่อมโดยใช้ลำแสงเลเซอร์
 - การควบคุมเครื่องเชื่อมอัตโนมัติ
 - การตรวจสอบคุณภาพของงานเชื่อม
- องค์กรใดเป็นที่รู้จักกันดีในการกำหนดมาตรฐานงานเชื่อม
 - International Organization for Standardization (ISO)
 - Food and Drug Administration (FDA)
 - National Aeronautics and Space Administration (NASA)
 - Centers for Disease Control and Prevention (CDC)
 - Federal Aviation Administration (FAA)
- American Welding Society (AWS) เป็นองค์กรที่ทำหน้าที่อะไร
 - กำหนดมาตรฐานการเชื่อม
 - กำกับดูแลด้านอาหารและยา
 - วิจัยและพัฒนาอวกาศ
 - ส่งเสริมสุขภาพและความปลอดภัย
 - กำกับดูแลการบินและอวกาศ
- ข้อใดไม่ใช่องค์กรหรือสถาบันที่กำหนดมาตรฐานงานเชื่อม
 - American Welding Society (AWS)
 - International Organization for Standardization (ISO)
 - Bureau of Indian Standards (BIS)
 - Food and Drug Administration (FDA)
 - European Committee for Standardization (CEN)
- ข้อใดคือความหมายของ "welding process"
 - การทดสอบและรับรองวิธีการเชื่อม
 - การทดสอบความสามารถของช่างเชื่อม
 - กระบวนการและวิธีการต่างๆ ที่ใช้ในการเชื่อมต่อวัสดุสองชิ้นหรือมากกว่านั้นเข้าด้วยกัน
 - การควบคุมเครื่องเชื่อมอัตโนมัติ จ. การตรวจสอบคุณภาพของงานเชื่อม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 2 : คำนิยามและสัญลักษณ์ในงานเชื่อม	หน่วยที่ 2
		สอนครั้งที่ 3-4
		ชั่วโมงรวม 4

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลที่ 2

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				



คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน
 สรุปผล () ผ่านเกณฑ์
 () ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ
 (.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 2 : คำนิยามและสัญลักษณ์ในงานเชื่อม	หน่วยที่ 2
		สอนครั้งที่ 3-4
		ชั่วโมงรวม 4

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลที่ 2

ข้อที่	คำตอบ
1.	ก
2.	ก
3.	ก
4.	ง
5.	ค



หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567

รายวิชา มาตรฐานงานเชื่อม 1 รหัสวิชา 30103-2003

บทเรียนโมดูลที่ 3

เรื่อง มาตรฐานท่าเชื่อมและวิธีการเชื่อม

โดย

นางสาวเบญจวรรณ สักขานาคินทร์

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1
โมดูลที่ 3 : มาตรฐานทำเชื่อมและวิธีการเชื่อม

หน่วยที่ 3

สอนครั้งที่ 5-6

ชั่วโมงรวม 4

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 3 : มาตรฐานท่าเชื่อมและวิธีการเชื่อม	หน่วยที่ 3
		สอนครั้งที่ 5-6
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 3

คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

ก่อนที่จะเริ่มต้นศึกษาวิชามาตรฐานงานเชื่อม 1 นี้ ควรจะศึกษารายละเอียดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิชา มาตรฐานงานเชื่อม 1 เพื่อจะได้มีแนวคิดเกี่ยวกับมาตรฐานท่าเชื่อมและวิธีการเชื่อม และเป็นการเตรียมพร้อม ที่จะศึกษาวิชานี้

ส่วนประกอบบทเรียนโมดูลประกอบด้วย

1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบกระดาษคำตอบ
2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ใบจุดประสงค์
4. ใบความรู้
5. ใบแบบฝึกหัด
6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด
7. ใบปฏิบัติงาน
8. ใบแบบทดสอบหลังเรียนและใบกระดาษคำตอบ
9. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 3 : มาตรฐานทำเชื่อมและวิธีการเชื่อม	หน่วยที่ 3
		สอนครั้งที่ 5-6
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 3

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
3. ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
4. บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 3 : มาตรฐานทำเชื่อมและวิธีการเชื่อม	หน่วยที่ 3
		สอนครั้งที่ 5-6
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 3

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล (ต่อ)

- เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน
- ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง
- เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
- ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
- ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบทวนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 3 : มาตรฐานท่าเชื่อมและวิธีการเชื่อม	หน่วยที่ 3
		สอนครั้งที่ 5-6
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 3

หลักการและเหตุผล (Prospectus)

ก่อนที่จะเริ่มต้นศึกษาวิชามาตรฐานงานเชื่อม 1 นี้ ควรจะศึกษารายละเอียดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชา มาตรฐานงานเชื่อม 1 เสียก่อน เพื่อจะได้มีแนวคิดเกี่ยวกับวิชามาตรฐานงานเชื่อม 1 และเป็นการเตรียมพร้อม ที่จะศึกษาวิชานี้ รวมทั้งแนวทางการศึกษาต่อ ซึ่งเนื้อหาที่จะนำมาศึกษาในโมดูลนี้ จะมีเนื้อหาเกี่ยวกับ มาตรฐานท่าเชื่อมและวิธีการเชื่อม

จุดมุ่งหมาย (Objective)

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในเรื่องมาตรฐานท่าเชื่อม และวิธีการเชื่อม

ความรู้พื้นฐาน (Prerequisites)

ในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้ให้ผลดีนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานด้านมาตรฐานท่าเชื่อม และวิธีการเชื่อม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 3 : มาตรฐานทำเชื่อมและวิธีการเชื่อม	หน่วยที่ 3
		สอนครั้งที่ 5-6
		ชั่วโมงรวม 4

แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลที่ 3

- คำชี้แจง :** 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ
2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 30 นาที
- ตำแหน่งทำเชื่อมที่วางชิ้นงานในแนวตั้งและแนวเชื่อมขนานกับพื้น คือ
 - ทำราบ
 - ทำระดับ
 - ทำตั้ง
 - ทำเหนือศีรษะ
 - ทำเชื่อมในตำแหน่งใด ที่เชื่อมได้ง่ายที่สุด
 - ทำระดับ
 - ทำตั้ง
 - ทำราบ
 - ทำเหนือศีรษะ
 - ระยะอาร์กที่เหมาะสมในการเชื่อมโดยทั่วไปควรมีขนาดเท่าใด
 - ความหนาของชิ้นงาน
 - สองเท่าของความหนาชิ้นงาน
 - ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดที่ใช้เชื่อม
 - สองเท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลวดที่ใช้เชื่อม
 - มุมที่เอียงลวดเชื่อมไปทางเดียวกันกับทิศทางการเคลื่อนที่ของลวดเชื่อม หมายถึง มุมอะไร
 - มุมเดินลวดเชื่อม
 - มุมส่ายลวดเชื่อม
 - มุมงาน
 - มุมจับลวดเชื่อม
 - การเชื่อมด้วยกระแสไฟสูงเกินไปจะมีผลต่อแนวเชื่อมอย่างไร
 - ขอบแนวเชื่อมไม่หลอมรวมตัว
 - แนวเชื่อมเล็กและไม่เกิดการซึมลึก
 - แนวเชื่อมกองนูนมาก
 - บ่อหลอมละลายกว้างและเกิดการกัดขอบตามความยาวของแนวเชื่อม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 3 : มาตรฐานทำเชื่อมและวิธีการเชื่อม	หน่วยที่ 3
		สอนครั้งที่ 5-6
		ชั่วโมงรวม 4

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลที่ 3

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				



คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน
 สรุปผล () ผ่านเกณฑ์
 () ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ
 (.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 3 : มาตรฐานท่าเชื่อมและวิธีการเชื่อม	หน่วยที่ 3
		สอนครั้งที่ 5-6
		ชั่วโมงรวม 4

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลที่ 3

ข้อที่	คำตอบ
1.	ค
2.	ค
3.	ค
4.	ก
5.	ง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 3 : มาตรฐานท่าเชื่อมและวิธีการเชื่อม	หน่วยที่ 3
		สอนครั้งที่ 5-6
		ชั่วโมงรวม 4

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายมาตรฐานท่าเชื่อมและอักขรย่อในงานเชื่อมได้อย่างถูกต้อง
2. เลือกใช้ท่าเชื่อมที่เหมาะสมกับลักษณะงานได้
3. อธิบายและเลือกใช้วิธีการเชื่อมตามมาตรฐานได้อย่างเหมาะสม



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 3 : มาตรฐานท่าเชื่อมและวิธีการเชื่อม	หน่วยที่ 3
		สอนครั้งที่ 5-6
		ชั่วโมงรวม 4

ใบความรู้

หน่วยที่ 3 มาตรฐานท่าเชื่อมและวิธีการเชื่อม

ในการปฏิบัติงานเชื่อม องค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งของกระบวนการเชื่อมคือลวดเชื่อม ซึ่งมีอยู่มากมายหลายชนิดให้เลือกใช้ตามความเหมาะสมกับลักษณะงาน ผู้ที่ทำงานเชื่อมจึงควรศึกษาเรียนรู้ชนิด สมบัติ รายละเอียด ของลวดเชื่อมแต่ละประเภท เพื่อให้สามารถเลือกใช้ลวดเชื่อมได้อย่างถูกต้องเหมาะสม สามารถเชื่อมงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามลักษณะงานนั้น ๆ

3.1 มาตรฐานลวดเชื่อม

1. AWS A5.1 (Carbon Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding)

– กำหนดข้อกำหนดสำหรับลวดเชื่อมเหล็กคาร์บอนที่ใช้ในการเชื่อมแบบ SMAW (Shielded Metal Arc Welding)

2. AWS A5.18 (Carbon Steel Electrodes and Rods for Gas Shielded Arc Welding)

– ข้อกำหนดสำหรับลวดเชื่อมและลวดฟیلเลอร์เหล็กคาร์บอนที่ใช้ในกระบวนการ GMAW (Gas Metal Arc Welding) และ GTAW (Gas Tungsten Arc Welding)

3. AWS A5.20 (Carbon Steel Electrodes for Flux-Cored Arc Welding)

– กำหนดสำหรับลวดเชื่อมเหล็กคาร์บอนที่ใช้ในกระบวนการ FCAW (Flux-Cored Arc Welding)

3.2 ความหมายของลวดเชื่อม

ลวดเชื่อม หมายถึง โลหะเติมเป็นวัสดุสำหรับป้อนเติมเนื้อโลหะให้กับรอยเชื่อมซึ่งทำให้อายุของโลหะชิ้นงานสามารถยึดติดเข้าด้วยกัน ลวดเชื่อมที่ดีจะต้องยึดชิ้นงานให้ติดเข้าด้วยกันอย่างเหนียวแน่นและทำให้อายุต่อความแข็งแรงสูงโดยต้องมีสมบัติทางกล ทางฟิสิกส์ เทียบเท่าโลหะชิ้นงานหรือเหนือกว่าในการเชื่อมไม่ว่าจะเป็นกระบวนการเชื่อมชนิดใดก็ตาม ส่วนมากจะมีการเติมลวดเชื่อมเข้าไปในรอยต่อเพื่อให้ได้แนวเชื่อมที่สมบูรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กลวดเชื่อมจะทำหน้าที่เป็นโลหะเติมและให้ความร้อนเพื่อให้หลอมเหลวลวดเชื่อมให้ติดกับโลหะงาน ลวดเชื่อมอาร์กมีหลายรูปแบบได้แก่ แท่งยาว รูปเชื่อมและเป็นม้วนยาวต่อเนื่อง สำหรับลวดเชื่อมแก๊สจะทำหน้าที่ เป็นลวดเติมอย่างเดียวเท่านั้น

3.3 ชนิดของลวดเชื่อม

ลวดเชื่อมสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ได้ดังนี้

3.3.1 ลวดเชื่อมที่ใช้กับกระบวนการเชื่อมด้วยไฟฟ้า (Electrode)

ลวดเชื่อมเหล่านี้จะทำ หน้าที่เป็นขั้วไฟฟ้าด้วยส่วนมากจะใช้สำหรับกระบวนการเชื่อมแบบอาร์ก ลวดเชื่อมชนิดนี้ยังแบ่งย่อย ๆ ได้อีก 2 ชนิด ได้แก่

1. ลวดเชื่อมแบบสิ้นเปลือง (Consumable Electrode) โดยถูกหลอมเหลวไปพร้อมกับการเชื่อม ความร้อนจากการอาร์กจะหลอมละลายลวดเชื่อมให้หยดลงไปรวมตัวกับชิ้นงานที่บริเวณรอยต่อ ลวดเชื่อมชนิดนี้จะทำมาจากวัสดุที่เป็นโลหะชนิดเดียวกับโลหะชิ้นงาน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 3 : มาตรฐานทำเชื่อมและวิธีการเชื่อม	หน่วยที่ 3
		สอนครั้งที่ 5-6
		ชั่วโมงรวม 4

2. อิเล็กโทรด (Non-Consumable Electrode) ความร้อนจากการอาร์กไม่สามารถหลอมเหลวอิเล็กโทรดได้ เนื่องจากลวดเชื่อมที่ใช้เป็นวัสดุโลหะที่มีจุดหลอมเหลวสูงและต้องมีการระบายความร้อนที่ดีอิเล็กโทรดนี้เราไม่ถือว่าเป็นโลหะเติม เช่น ลวดเชื่อมทั้งสแตน (Tunesten Electrode) ที่ใช้สำหรับการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม (GTAW) และกระบวนการเชื่อมแบบพลาสมา (PAN) กระบวนการเชื่อมแบบความต้านทาน (Resistance Welding) ที่ใช้แท่งทองแดงผสมทำหน้าที่เป็นแท่งโลหะ (Electrode) จะไม่นำมาจัดเข้ากลุ่มของโลหะเติมหรือลวดเชื่อม เนื่องจาก แท่งโลหะ ที่ใช้สำหรับการเชื่อมแบบความต้านทานนั้นเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องเชื่อม เช่นเดียวกับกระบวนการเชื่อมแบบสตั๊ด (Stud Welding) ที่ใช้แท่งโลหะเชื่อมติดกับชิ้นงานและเป็นชิ้นส่วนหลักสำคัญที่ถูกนำไปใช้งาน ถือว่าเป็นชิ้นชิ้นงานด้วยดังนั้น แท่งโลหะของกระบวนการเชื่อมแบบสตั๊ด จึงไม่ถูกนำมาจัดเข้ากลุ่มของลวดเชื่อมเช่นกัน

3.3.2 ลวดเชื่อมที่ไม่เกี่ยวข้องกับขั้วไฟฟ้า (Non-Electrode)

ลวดเชื่อมที่ไม่เกี่ยวข้องกับขั้วไฟฟ้าแต่จะใช้สำหรับป้อนเติมโลหะให้กับรอยเชื่อมเท่านั้น ลวดเชื่อมประเภทนี้มีข้อดีคือสามารถรักษาคุณสมบัติและส่วนผสมของลวดเชื่อมได้เป็นอย่างดี ซึ่งเราสามารถพบได้ทั่ว ๆ ไป ดังนี้

1. ลวดเชื่อมชนิดแท่งเติม (Filler Rod) ซึ่งใช้กับกระบวนการเชื่อมพลาสมา (PAW) ที่ทำการเชื่อมด้วยมือ กระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม (GTAW) กระบวนการเชื่อมแก๊ส (OAN)
2. ลวดเชื่อมชนิดเป็นเส้นลวด (Filler Wire) ใช้สำหรับกระบวนการเชื่อมพลาสมา (PAW) ที่เชื่อมด้วยเครื่องจักรหรือกระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม (GTA/)

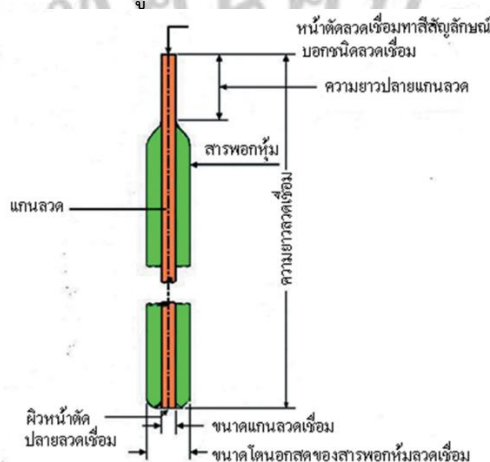
3.4 ลวดเชื่อมไฟฟ้าสารพอกหุ้ม

ลวดเชื่อมไฟฟ้าที่ใช้สำหรับกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมสารพอกหุ้ม (SMAN) ตามมาตรฐานของ AWS (American Welding Society) จำแนกออกตามชนิดของโลหะที่เชื่อมได้หลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดจะเข้ากับโลหะชิ้นงานที่แตกต่างกันออกไปชนิดที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่

1. AWS-A 5.1 ลวดเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนชนิดสารพอกหุ้ม
2. AWS-A 5.3 ลวดเชื่อมอะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมผสมชนิดสารพอกหุ้ม
3. AWS-A 5.4 ลวดเชื่อมเหล็กกล้าโครเมียมและเหล็กกล้าโครเมียมนิเกิล ป้องกันการกัดกร่อนชนิดสารพอกหุ้ม
4. AWS-A 5.5 ลวดเชื่อมเหล็กกล้าผสมต่ำชนิดสารพอกหุ้ม
5. AWS-A 5.6 ลวดเชื่อมทองแดงและทองแดงผสมชนิดสารพอกหุ้ม
6. AWS-A 5.11 ลวดเชื่อมนิเกิลและนิเกิลผสมชนิดสารพอกหุ้ม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 3 : มาตรฐานทำเชื่อมและวิธีการเชื่อม	หน่วยที่ 3
		สอนครั้งที่ 5-6
		ชั่วโมงรวม 4

การเชื่อมโลหะด้วยการเชื่อมอาร์กลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAN) หรือที่เราเรียกว่า การเชื่อมไฟฟ้าโดยใช้ลวดเชื่อมไฟฟ้าสารพอกหุ้มเป็นตัวหุ้มแกนลวดเชื่อมเอาไว้ เพื่อช่วยให้การอาร์กและรอยเชื่อมเกิดประสิทธิภาพวิธีนี้นับว่าเป็นกระบวนการเชื่อมที่นิยมใช้กันมากลวดเชื่อมไฟฟ้าสารพอกหุ้มเป็นลวดเชื่อมชนิดที่ใช้กันมากสำหรับกระบวนการเชื่อมไฟฟ้า ด้วยลวดเชื่อมสารพอกหุ้ม (SMAW) โครงสร้างของลวดเชื่อมประกอบด้วยแกนลวดและสารพอกหุ้มแกนลวดซึ่งจะมีส่วนผสมต่าง ๆ ตามจุดประสงค์ในการใช้งาน ลวดเชื่อมไฟฟ้าสารพอกหุ้มได้พัฒนามาจากลวดเชื่อมเปลือยโครงสร้างของลวดเชื่อมจะประกอบด้วยหลายส่วนด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นลวดเชื่อมที่ใช้เชื่อมโลหะใดก็ตามจะมีลักษณะเหมือนกันดังแสดงในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.1 แสดงส่วนต่าง ๆ ของลวดเชื่อมไฟฟ้าสารพอกหุ้ม

3.4.1 ส่วนประกอบของลวดเชื่อมไฟฟ้าสารพอกหุ้ม ประกอบด้วย 2 ส่วน คือส่วนผสม

1. แกนลวด (Core) คือส่วนที่เป็นแท่งโลหะซึ่งมีสมบัติทางกลและทางเคมีเหมือนกับโลหะชิ้นงานที่ต้องการเชื่อม โลหะที่ใช้ทำแกนลวดต้องสามารถหลอมรวมตัวกับชิ้นงานได้เป็นอย่างดี เพื่อให้ได้คุณสมบัติของรอยเชื่อมตามที่ต้องการโดยต้องมีการกำหนดปริมาณของธาตุผสมในแกนลวด เช่น คาร์บอน ซิลิกอน แมงกานีสและฟอสฟอรัส เป็นต้น ธาตุต่าง ๆ ที่ผสมในแกนลวดจะมีปริมาณเท่าใดนั้นผู้ผลิตลวดเชื่อมจะเป็นผู้กำหนด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและประเภทของลวดเชื่อมหรือคุณสมบัติของรอยเชื่อมที่ต้องการ

2. สารพอกหุ้มหรือฟลักซ์ เป็นสารประกอบทางเคมีหลายชนิดและมีส่วนผสมที่ต่างกันไปขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน ธาตุและสารประกอบต่าง ๆ ที่เป็นส่วนผสมของสารพอกหุ้ม นั้นซึ่งจะเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานเชื่อมที่แตกต่างกัน เช่น

(1) ดิตาเนียมไดออกไซด์ (Titanium Dioxide) หรือเรียกว่า รูไทล์ (Rutile) ทำให้สารพอกหุ้มหลอมเหลวง่ายและเย็นตัวเป็นสแลกได้เร็ว ช่วยให้ละอองการอาร์กนิ่งไม่รุนแรง

(2) เซลลูโลส (Cellulose) ทำจากผงไม้ (Wood Power) ช่วยลดการเข้ามาทำปฏิกิริยาของแก๊สในบรรยากาศกับแนวเชื่อม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 3 : มาตรฐานทำเชื่อมและวิธีการเชื่อม	หน่วยที่ 3
		สอนครั้งที่ 5-6
		ชั่วโมงรวม 4

(3) ผงเหล็ก (ron Power) ช่วยเพิ่มความสามารถในการอาร์กให้สม่ำเสมอและช่วยเพิ่มอัตราการหลอมเหลวของเนื้อเหล็กกลายเป็นแนวเชื่อม

(4) เฟอร์โร-แมงกานีส (Ferro-manganese) และ Silicon ช่วยจัดสนิม

(5) โปแตสเซียม อะลูมิเนียมซิลิเกต (Potassium Aluminium Silicate) ช่วยให้สารพอกหุ้มแข็งแรงไม่แตกง่ายและช่วยให้ละอองการอาร์กน้อย

(6) โซเดียม ซิลิเกต (Sodium Silicate) หรือที่รู้จักกันในชื่อ น้ำแก้ว มีลักษณะเป็นสารละลายเหนียวใส เมื่อนำมาผสมกับน้ำช่วยเป็นตัวประสานให้สารเคมีต่าง ๆ ในส่วนผสมของสารพอกหุ้มรวมตัวกันและเกาะยึดไม่หลุดออกจากกันแม้ในขณะที่ยึดแล้ว

จากสารต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น มีสมบัติและหน้าที่ที่แตกต่างกันไป ดังนั้นลวดเชื่อมแต่ละชนิดจะมีสารพอกหุ้มที่แตกต่างกันไปตามส่วนผสมของสารต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมลักษณะการใช้งาน ดังนั้นเราสามารถแบ่งสารพอกหุ้มออกได้เป็น 6 ชนิดใหญ่ คือ

(1) เซลลูโลส (Cellulose) เป็นสารพอกหุ้มที่มีวัสดุจำพวก เซลลูโลส เช่น ผงไม้ ไฟเบอร์ ฝ้าย เป็นส่วนผสมไม่ต่ำกว่า 30% เมื่อสารพอกหุ้มชนิดนี้ถูกเผาไหม้จะช่วยให้เกิดแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ซึ่งเป็นแก๊สปกคลุมแนวเชื่อมขณะทำการอาร์กและแก๊สไฮโดรเจนยังจะช่วยให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าขณะอาร์กเพิ่มขึ้น เหมาะสำหรับการเชื่อมที่ต้องการการซึมลึกมาก ๆ และชิ้นงานเชื่อมที่เป็นเหล็กอาบสังกะสี แต่สารพอกหุ้มชนิดนี้จะทำให้การเชื่อมเกิดเม็ดโลหะกระเด็นมากกว่าชนิดอื่นและสแลกเปราะแตกหลุดออกจากแนวเชื่อมได้ง่าย

(2) รูไทล์ (Rutile) เป็นสารพอกหุ้มที่มีไทเทเนียมเกินกว่า 50% จะให้การอาร์กที่นิ่มนวลสม่ำเสมอ สแลกเคาะออกง่าย การซึมลึกปานกลาง อัตราการหลอมเหลวของลวดเชื่อมสูงและเหมาะสมกับเครื่องเชื่อมแบบที่ให้กระแสไฟฟ้าสลับซึ่งนิยมใช้กันมากในงานอุตสาหกรรม ปริมาณออกซิเจนในน้ำโลหะมีปานกลางรูปร่างรอยเชื่อมดี สามารถเติมสารผสมลงในสารพอกหุ้มเพื่อปรับความหนืดและความตึงผิวของน้ำโลหะให้เข้ากับท่าที่ใช้ในการเชื่อมได้ ลวดเชื่อมชนิดนี้เหมาะกับโครงสร้าง แต่ไม่เหมาะกับงานที่ต้องการต้านทานความเค้นแรงดึงสูงเนื่องจากลวดเชื่อมชนิดนี้มีปริมาณแก๊สไฮโดรเจนมากเกินไป

(3) ไฮโดรเจนต่ำ (Low Hydrogen) มีส่วนผสมหลัก คือแคลเซียมคาร์บอเนต แคลเซียมฟลูออไรด์และลดปริมาณสารที่ทำให้เกิดแก๊สไฮโดรเจนน้อยลงให้การซึมลึกปานกลาง สมบัติเชิงกลดีเหมาะกับงานที่เป็นเหล็กคาร์บอนสูงป้องกันการเกิดรอยร้าวได้ดี สแลกเป็นมันแต่เคาะให้แตกหรือทำความสะอาดยาก โดยเฉพาะลักษณะแนวเชื่อมแบบต่อชนต้งฉากและร่อง

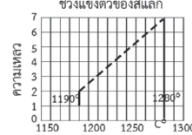
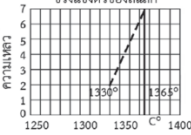
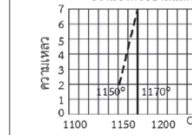
(4) ชนิดกรด (Acid) ซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมหลัก ได้แก่ ซิลิเกต เหล็กออกไซด์และออกซิเจนมีในปริมาณที่สูง รอยเชื่อมจะมีรูปร่างค่อนข้างเว้า สแลกที่แข็งตัวแล้วจะมีลักษณะคล้ายรังผึ้ง เคาะหลุดได้ง่ายถึงแม้รอยเชื่อมจะมีความเหนียวสูงก็ตามแต่จะมีค่าความแข็งต่ำ ดังนั้น จึงไม่ค่อยนิยมนำลวดเชื่อมชนิดนี้มาใช้งานมากนัก

(5) ชนิดด่าง(Basic)ซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมหลัก ได้แก่ แคลเซียมคาร์บอเนต และแคลเซียมฟลูออไรด์ เหมาะสำหรับการเชื่อมเหล็กที่มีความแข็งแรงสูง (High Speed Steel) การเก็บรักษาลวดเชื่อมชนิดนี้จะต้องอบในเตาอบตลอดเวลาที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปใช้งาน การอบจะทำให้ปริมาณไฮโดรเจน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 3 : มาตรฐานทำเชื่อมและวิธีการเชื่อม	หน่วยที่ 3
		สอนครั้งที่ 5-6
		ชั่วโมงรวม 4

ลดลงซึ่งทำให้แนวเชื่อมมีโอกาสแตกละเอียดลงเมื่อนำไปเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนสูงรอยเชื่อมจะมีคุณสมบัติทางกลที่ดี รอยเชื่อมมีลักษณะนูน สลักมีออกซิเจนรวมอยู่น้อย มีควันทากขณะทำการเชื่อมและสลักเคาะออก

(6) ชนิดพิเศษ สารพอกหุ้มชนิดนี้จะมีคุณสมบัติทนทานเนื่องจากที่กล่าวไว้แล้ว

A (กรต)	R (รูโทล์)	B (แบบต่าง)
 	 	 
การส่งป้อนโลหะ หดละเอียดถึงเป็นฝอย	การส่งป้อนโลหะ ปานกลางถึงหยาบละเอียด	การส่งป้อนโลหะ หดละเอียดถึงเป็นฝอย
การซึมลึก มาก	การซึมลึก น้อยถึงมาก	การซึมลึก ต่ำถึงปานกลาง
	สลัก บางส่วนเป็นผลึก พรุน	สลัก เป็นผลึก-แน่น

รูปที่ 3.2 ลักษณะการส่งป้อนโลหะของลวดเชื่อมสารพอกหุ้มชนิดต่าง ๆ

3.4.2 น้ำที่และประโยชน์ของสารพอกหุ้ม

1. ช่วยควบคุมการอาร์ก ทำให้การอาร์กเกิดได้ง่ายเรียบสม่ำเสมอ
2. ป้องกันการรวมตัวกับบรรยากาศ สารพอกหุ้มลวดเชื่อมเมื่อได้รับความร้อนจากการอาร์กแล้วจะเกิดการหลอมเหลวและสร้างแก๊สปกคลุมการอาร์กบริเวณแอ่งโลหะหลอมเหลวเพื่อไม่ให้แก๊สในบรรยากาศภายนอกเข้าไปทำปฏิกิริยากับแนวเชื่อม
3. ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เกิดจากการรวมตัวของออกซิเจนกับสารอื่น (Oxidation) และไม่ให้เกิดจากบรรยากาศเข้าไปรวมตัวกับโลหะเหลว
4. สลายตัวเป็นสแลกปกคลุมรอยเชื่อม ทำให้อยู่เย็นตัวอย่างช้า ๆ เพื่อป้องกันการแตกร้าวของแนวเชื่อม
5. ช่วยขจัดสิ่งเจือปนหรือสารมลทินออกจากโลหะเหลวได้
6. เพิ่มเติมธาตุเจือให้กับรอยเชื่อม เพื่อปรับปรุงคุณภาพรอยเชื่อมให้มีคุณสมบัติทางกลหรือความแข็งแรงตามต้องการ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 3 : มาตรฐานทำเชื่อมและวิธีการเชื่อม	หน่วยที่ 3
		สอนครั้งที่ 5-6
		ชั่วโมงรวม 4

3.4.3 การเก็บรักษาลวดเชื่อม

ลวดเชื่อมจะมีคุณภาพดีเหมาะสมกับการใช้งานได้ต้องมีสภาพ ดังนี้

1. มีสารพอกหุ้มตลอดแห่งลวดเชื่อม ไม่กะเทาะแตกออกไปบางส่วน
2. สารพอกหุ้มต้องไม่ขึ้นเนื่องจากความชื้นในอากาศหรือน้ำ

ดังนั้นการเก็บรักษาจะต้องเก็บไว้ในกล่องลวดเชื่อมไม่วางตามพื้นหรือในที่ที่อาจจะทำลายสารพอกหุ้มให้เสื่อมสภาพได้ วิธีที่ดีที่สุดควรมีการอบลวดเชื่อมด้วยเตาอบเพื่อขจัดความชื้นลวดเชื่อมไฟฟ้าสารพอกหุ้มที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน มีการผลิตมาใช้หลายมาตรฐาน เช่น มาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา (AWS) มาตรฐานของประเทศเยอรมัน (DIN) มาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น (JIS) หรือมาตรฐานสากล (ISO) แต่ละมาตรฐานจะมีสัญลักษณ์แสดงที่แตกต่างกันไปผู้ใช้ต้องศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ให้เข้าใจก่อนที่จะนำไปใช้งานแต่ในที่นี้จะกล่าวถึงมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกาเท่านั้น สำหรับมาตรฐานของลวดเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนชนิดเคลือบสารพอกหุ้ม (A 5.1) และลวดเชื่อมเหล็กกล้าผสมต่ำชนิดเคลือบสารพอกหุ้ม (A 5.5) จะประกอบด้วยตัวอักษรและตัวเลข ดังนี้

หมายถึง ลวดเชื่อมไฟฟ้า _____	E	XX	X	X
หมายถึง ค่าความต้านแรงดึงต่ำสุด x 1000 (หน่วยเป็น PSI) _____				
หมายถึง ตำแหน่งทำเชื่อม _____				
หมายถึง ชนิดของกระแสไฟเชื่อมและสารพอกหุ้ม _____				

1. สัญลักษณ์ E

อักษร E หมายถึง ลวดเชื่อมไฟฟ้า (Electrode) อักษร E ใช้นำหน้าหมายเลข 4 ตำแหน่งหรือ 5 ตำแหน่ง เช่น E xxxx E X000x

2. สัญลักษณ์หมายเลขสองตำแหน่งแรก

สัญลักษณ์เลขสองตำแหน่งแรกของลวดเชื่อมเหล็กเหนียวและเหล็กผสม หมายถึง ค่าความเค้นแรงดึงต่ำสุด (Ultimate Tensile Strength) คูณด้วย 1,000 มีหน่วย PSI (เป็นปอนด์/ตารางนิ้ว) ดังตัวอย่างต่อไปนี้

E 60XX	หมายถึง ลวดเชื่อมที่มีค่าความต้านทานความเค้นแรงดึงต่ำสุด (Minimum Tensile Strength) คูณด้วย 1,000 มีหน่วยเป็น PSI จะมีค่าแรงดึงต่ำสุดประมาณ 60,000 PSI ซึ่งเป็นลวดเชื่อมที่ใช้สำหรับเชื่อมเหล็กเหนียวทั่วไป เช่น E 60XX
E 70XX	หมายถึง ลวดเชื่อมที่มีความเค้นแรงดึงต่ำสุดประมาณ 70,000 PSI เป็นลวดเชื่อมเหล็กกล้าผสมต่ำ (Low Alloy Steel Electrodes)

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าความเค้นแรงดึงต่ำสุดของลวดเชื่อม (Minimum Tensile strength)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 3 : มาตรฐานท่าเชื่อมและวิธีการเชื่อม	หน่วยที่ 3
		สอนครั้งที่ 5-6
		ชั่วโมงรวม 4

สัญลักษณ์	ค่าความเค้นแรงดึงต่ำสุด PSI	ค่าอัตราการยืดตัว PSI	ค่าอัตราการขยายตัว %
E 60xx	60,000	50,000	17
E 70xx	70,000	57,000	22
E 80xx	80,000	67,000	19
E 90xx	90,000	77,000	17
E 100xx	100,000	87,000	16
E 110xx	110,000	97,000	15
E 120xx	120,000	107,000	14

3. สัญลักษณ์เลขตำแหน่งที่ 3

สัญลักษณ์เลขตำแหน่งที่สามของสัญลักษณ์ลวดเชื่อมเหล็กเหนียวและเหล็กผสม หมายถึงตำแหน่งท่าเชื่อม (Welding Position) ซึ่งกำหนดไว้ดังนี้

สัญลักษณ์	ตำแหน่งท่าเชื่อม	หมายเหตุ
E xx 1 x	F H O V	F = หมายถึงตำแหน่งการเชื่อมท่าราบ (Flat Position)
E xx 2 x	F H	H = หมายถึงตำแหน่งการเชื่อมท่าขนานนอน (Horizontal Position)
E xx 3 x	F	O = หมายถึงตำแหน่งการเชื่อมท่าเหนือศีรษะ (Overhead Position)
		V = หมายถึงตำแหน่งการเชื่อมท่าตั้ง (Vertical Position)

4. ตัวเลขตำแหน่งสุดท้าย

แสดงให้เห็นทราบถึงระบบกระแสไฟที่ใช้เชื่อม (AC หรือ DCEN หรือ DCEP) แสดงลักษณะการอาร์ก การซึมลึกหรือการหลอมลึก ชนิดของสารพอกหุ้มและปริมาณผงเหล็ก ดังแสดงในตาราง

หมายเหตุ AC = Alternating Current var หมายถึง กระแสไฟสลับ

DCEN = Direct Current Electrode Negative หมายถึง หัวจับลวดเชื่อมเป็นขั้วลบ

DCEP = Direct Current Electrode Positive หมายถึง หัวจับลวดเชื่อมเป็นขั้วบวก

ตารางที่ 3.2 แสดงตำแหน่งตัวเลขตัวสุดท้ายของสัญลักษณ์

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 3 : มาตรฐานทำเชื่อมและวิธีการเชื่อม	หน่วยที่ 3
		สอนครั้งที่ 5-6
		ชั่วโมงรวม 4

ชนิดของลวดเชื่อม	กระแสไฟฟ้าที่ใช้	ลักษณะการอาร์ก	การซึมลึก Penetration	ชนิดของสารพอกหุ้ม	ผงเหล็กจากน้ำหนัก
E XXX0	DCEP	รุนแรง	สูง	เซลลูโลส-โซเดียม	0-10%
E XXX1	ACหรือ DCEP	รุนแรง	สูง	เซลลูโลส-โซเดียม	0
E XXX2	ACหรือ DCEP	ปานกลาง	ปานกลาง	รูไทล์-โซเดียม	0-10%
E XXX3	ACหรือ DC	นุ่ม	ตื้น	รูไทล์-โพแทสเซียม	0-10%
E XXX4	ACหรือ DC	นุ่ม	ตื้น	รูไทล์-ผงเหล็ก	25-40%
E XXX5	ACหรือ DCEP	ปานกลาง	ปานกลาง	ไฮโดรเจนต่ำ-โซเดียม	0
E XXX6	ACหรือ DCEP	ปานกลาง	ปานกลาง	ไฮโดรเจนต่ำ-โพแทสเซียม	0
E XXX8	ACหรือ DC	ปานกลาง	ปานกลาง	ไฮโดรเจนต่ำ-ผงเหล็ก	25-40%

3.5 ลวดเชื่อมแก๊ส

3.5.1 การแบ่งชนิดของลวดเชื่อมแก๊ส

แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ได้แก่

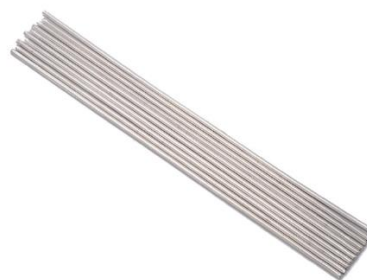
1. ลวดเชื่อมโลหะกลุ่มเหล็ก (Ferrous Metal) รวมถึงเหล็กกล้าและเหล็กหล่อ
2. ลวดเชื่อมโลหะนอกกลุ่มเหล็ก (Non - Ferrous Metal) เช่น ทองเหลือง อะลูมิเนียม บรอนซ์ทองแดง

เป็นต้น

ลวดเติมคือโลหะที่เติมป้อนลงในรอยต่องานเชื่อมโดยไม่เกี่ยวข้องกับขั้วไฟฟ้า(Non-Electrode) ข้อดีของลวดเติมชนิดนี้ คือสามารถรักษาคุณสมบัติและคงไว้ซึ่งส่วนผสมของลวดเชื่อมได้เป็นอย่างดี

ลวดเติมโดยทั่วไปมีลักษณะเป็นเส้น มีความยาวประมาณ 36 นิ้ว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมีหลายขนาด เช่น 1/16 นิ้ว 3/32 นิ้ว 1/8 นิ้ว และ 5/32 นิ้ว เป็นต้น ลวดเติมที่เป็นเหล็กกล้าจะชุบผิวด้วยทองแดงเพื่อป้องกันการเกิดสนิม

ลวดเติมสำหรับกระบวนการเชื่อมแก๊สที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน มีการผลิตมาใช้กันหลายมาตรฐาน เช่น มาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา (AWS) มาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น (JIS) เป็นต้น แต่ละมาตรฐานจะมีสัญลักษณ์ที่แตกต่างกัน



รูปที่ 3.3 ลักษณะลวดเชื่อมแก๊ส
(ที่มา : <https://bit.ly/326cmk4>)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 3 : มาตรฐานทำเชื่อมและวิธีการเชื่อม	หน่วยที่ 3
		สอนครั้งที่ 5-6
		ชั่วโมงรวม 4

3.5.2 การแบ่งชั้นลวดเชื่อมสำหรับเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ แบ่งได้ดังนี้

1. CLASS R45 เป็นลวดเชื่อมแก๊สชนิดเอนกประสงค์ที่มีส่วนผสมทางเคมีต่ำ นำไปใช้ในการเชื่อมเหล็กเหนียว ขณะเชื่อมบ่อหลอมเหลวจะมีลักษณะสุกใสมองเห็นได้ชัดเจน ลักษณะรอยเชื่อมสม่ำเสมอใช้เชื่อมงานทั่ว ๆ ไป เช่น ตัวถังรถยนต์หรือฝักเชื่อมแนวเชื่อมจะมีแรงต้านแรงดึงประมาณ 45,000-50,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
2. CLASS R60 เป็นลวดเชื่อมแก๊สชนิดเหล็กกล้าผสมต่ำ (Low Alloy Steel) นำไปใช้ในการเชื่อมท่อเหล็กกล้าหรืองานท่ออุตสาหกรรม แนวเชื่อมมีความแข็งแรงและยึดตัวดี โดยมีแรงต้านแรงดึงประมาณ 60,000-65,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
3. CLASS R65 เป็นลวดเชื่อมแก๊สชนิดเหล็กกล้าผสมต่ำ (Low Alloy Steel) นำไปใช้ในการเชื่อมเหล็กแผ่นบางและหนาที่ทำมาจากเหล็กกล้าคาร์บอนและเหล็กกล้าผสมต่ำ แนวเชื่อมจะมีแรงต้านแรงดึงประมาณ 65,000-70,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
4. CLASS R100 เป็นลวดเชื่อมแก๊สชนิดเหล็กกล้าผสมต่ำ (Low Alloy Steel) แนวเชื่อมจะมีแรงต้านแรงดึงประมาณ 100,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

3.6 ลวดเชื่อมทั้งสแตน

ลวดเชื่อมอีกชนิดหนึ่งที่ขณะปฏิบัติการเชื่อมลวดเชื่อมจะไม่หลอมเหลวหรือไม่สิ้นเปลือง ใช้ในกระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม (Gas Tungsten Arc Welding:GTAW) หรือ บางครั้งเรียกว่า "TIG" (Tungsten Arc Welding)



รูปที่ 3.4 ลวดเชื่อมทั้งสแตนชนิดต่าง ๆ ตามสัญลักษณ์สี
(ที่มา : <https://bit.ly/3dNccR1>)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 3 : มาตรฐานท่าเชื่อมและวิธีการเชื่อม	หน่วยที่ 3
		สอนครั้งที่ 5-6
		ชั่วโมงรวม 4

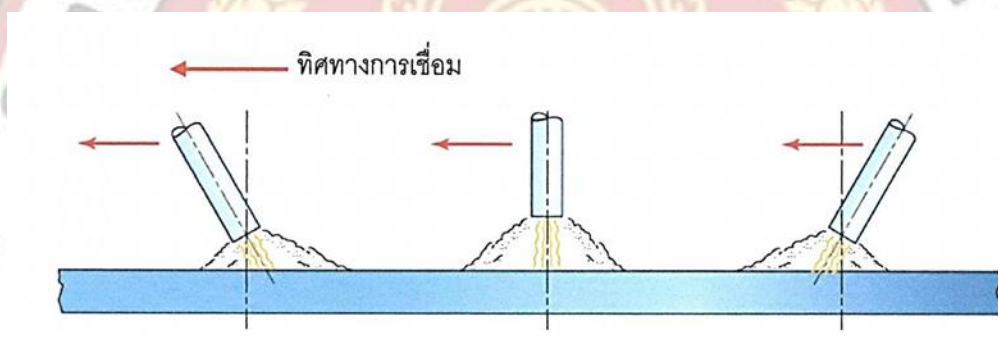
ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 3

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงบอกอธิบายตำแหน่งท่าเชื่อม 4 ท่าแห่ง มาพอสังเขป

2. จากรูปภาพ จงเติมคำลงในช่องว่าง บอกมุมลวดเชื่อม

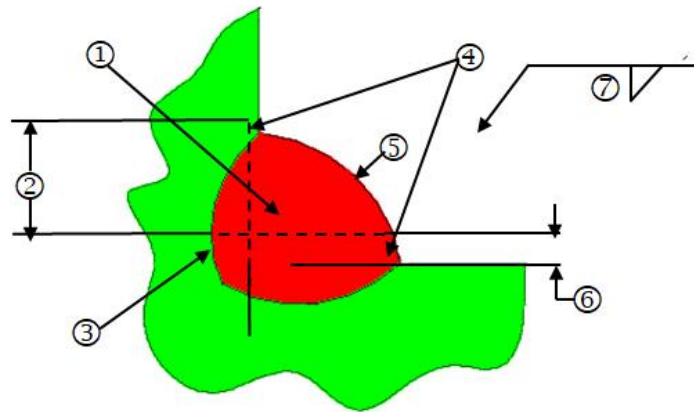


3. จงบอกความหมาย ระยะอาร์กมาพอสังเขป

4. จงอธิบาย องค์ประกอบที่มีผลต่อแนวเชื่อม มีอะไรบ้าง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 3 : มาตรฐานทำเชื่อมและวิธีการเชื่อม	หน่วยที่ 3
		สอนครั้งที่ 5-6
		ชั่วโมงรวม 4

5. จงบอกชื่อส่วนประกอบของแนวเชื่อมฉาก (Fillet Weld) ดังต่อไปนี้



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 3 : มาตรฐานท่าเชื่อมและวิธีการเชื่อม	หน่วยที่ 3
		สอนครั้งที่ 5-6
		ชั่วโมงรวม 4

ใบเฉลยแบบฝึกหัดโมดูลที่ 3

1. จงบอกอธิบายตำแหน่งท่าเชื่อม 4 ตำแหน่ง มาพอสังเขป

ตำแหน่งท่าเชื่อมพื้นฐาน 4 ตำแหน่งหลักตามมาตรฐานสากล (เช่น AWS หรือ ISO) ประกอบด้วย:

1. ท่าราบ (Flat Position หรือ 1G/1F):

- ชิ้นงานอยู่ในแนวนอน
- การเชื่อมทำจากด้านบนลงล่าง
- เป็นท่าที่ง่ายที่สุดและให้คุณภาพรอยเชื่อมที่ดีที่สุด
- เหมาะสำหรับการเชื่อมแผ่นเหล็กหรือท่อที่สามารถหมุนได้

2. ท่าขนานนอน (Horizontal Position หรือ 2G/2F):

- ชิ้นงานตั้งในแนวตั้ง
- การเชื่อมทำในแนวนอนจากซ้ายไปขวาหรือขวาไปซ้าย
- ต้องระวังการไหลของน้ำโลหะลงด้านล่าง
- ใช้บ่อยในการเชื่อมโครงสร้างหรือท่อในแนวตั้ง

3. ท่าตั้ง (Vertical Position หรือ 3G/3F):

- ชิ้นงานอยู่ในแนวตั้ง
- การเชื่อมทำจากล่างขึ้นบน (Vertical Up) หรือจากบนลงล่าง (Vertical Down)
- ต้องควบคุมการไหลของน้ำโลหะอย่างระมัดระวัง
- ใช้บ่อยในการเชื่อมโครงสร้างสูงหรือผนัง

4. ท่าเหนือศีรษะ (Overhead Position หรือ 4G/4F):

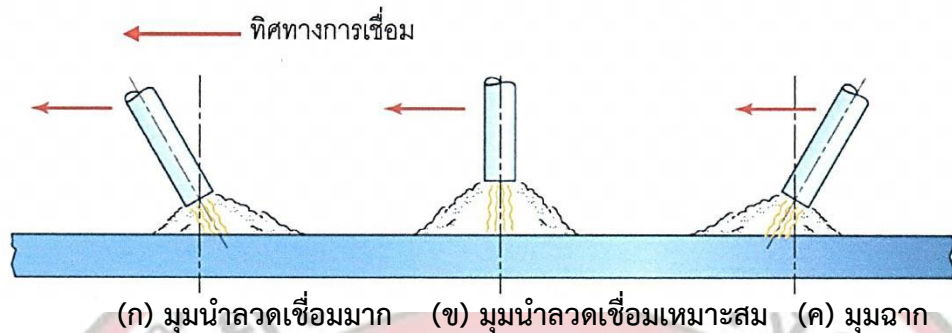
- ชิ้นงานอยู่เหนือศีรษะของช่างเชื่อม
- การเชื่อมทำจากด้านล่างขึ้นบน
- เป็นท่าที่ยากที่สุดและต้องใช้ทักษะสูง
- ต้องระวังน้ำโลหะหยดใส่ช่างเชื่อม
- ใช้ในการเชื่อมเพดานหรือโครงสร้างเหนือศีรษะ

หมายเหตุ:

- ตัวเลขต่อท้าย G หมายถึงการเชื่อมรอยต่อชน (Groove Weld)
- ตัวเลขต่อท้าย F หมายถึงการเชื่อมฟิลเลต (Fillet Weld)
- แต่ละท่าเชื่อมมีเทคนิคและความท้าทายเฉพาะ ช่างเชื่อมต้องได้รับการฝึกฝนและผ่านการรับรองสำหรับแต่ละท่า

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 3 : มาตรฐานทำเชื่อมและวิธีการเชื่อม	หน่วยที่ 3
		สอนครั้งที่ 5-6
		ชั่วโมงรวม 4

2. จากรูปภาพ จงเติมคำลงในช่องว่าง บอกมุมลวดเชื่อม



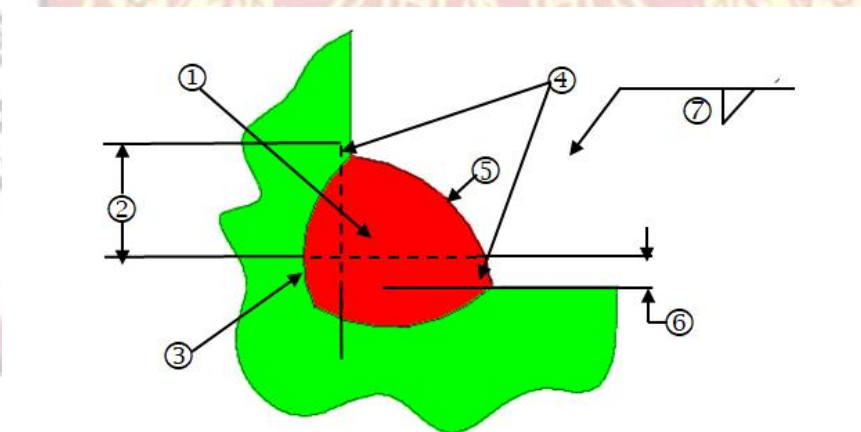
3. จงบอกความหมาย ระยะอาร์กมาพอสังเขป

ระยะห่างระหว่างชิ้นงานกับปลายลวดเชื่อมเมื่อเกิดการอาร์กในขณะเชื่อม ระยะอาร์กมีผลอย่างมากต่อการเชื่อมและคุณภาพของแนวเชื่อม เช่น ถ้าควบคุมระยะอาร์กสั้นเกินไปจะทำให้ลวดเชื่อมติดกับชิ้นงานได้แนวเชื่อมเล็กและการหลอมเหลวของชิ้นงานน้อย ทำให้แนวเชื่อมความแข็งแรงน้อย เป็นต้น

4. จงอธิบาย องค์ประกอบที่มีผลต่อแนวเชื่อม มีอะไรบ้าง

1 มุมลวดเชื่อม 2 ระยะอาร์ค 3 กระแสไฟ

5. จงบอกชื่อส่วนประกอบของแนวเชื่อมฉาก (Fillet Weld) ดังต่อไปนี้



- 9.1 (...2...) ความยาวขาแนวเชื่อม(Leg of Fillet Weld)
- 9.2 (...4...) ขอบแนวเชื่อม (Toe of Fillet Weld)
- 9.3 (...7...) ขนาดแนวเชื่อม (Size of Weld)
- 9.4 (...1...) ระยะลึกแนวเชื่อมหรือระยะทรอด (Throat of Fillet Weld)
- 9.5 (...5...) หน้าแนวเชื่อม (Face of Weld)
- 9.6 (...3...) ฐานแนวเชื่อม (Root of Weld)
- 9.7 (...6...) ระยะหลอมละลายลึก (Depth of Fusion)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 3 : มาตรฐานท่าเชื่อมและวิธีการเชื่อม	หน่วยที่ 3
		สอนครั้งที่ 5-6
		ชั่วโมงรวม 4

ใบปฏิบัติงานโมดูลที่ 3

เรื่อง มาตรฐานท่าเชื่อมและวิธีการเชื่อม

ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 3 – 4 คน ศึกษาและค้นคว้า นำเสนอข้อมูลที่ได้ศึกษาและค้นคว้า เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในห้องเรียน

1. ให้นักเรียนอธิบายวิธีการเชื่อมตามมาตรฐานพร้อมยกตัวอย่างประกอบ
2. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มผู้เรียนให้ออกแบบแผนการเชื่อมสำหรับโจทย์ที่กำหนด



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 3 : มาตรฐานทำเชื่อมและวิธีการเชื่อม	หน่วยที่ 3
		สอนครั้งที่ 5-6
		ชั่วโมงรวม 4

แบบทดสอบหลังเรียนโมดูลที่ 3

- คำชี้แจง :** 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ
 2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
 3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 30 นาที
- ตำแหน่งทำเชื่อมที่วางชิ้นงานในแนวตั้งและแนวเชื่อมขนานกับพื้น คือ
 - ทำราบ
 - ทำระดับ
 - ทำตั้ง
 - ทำเหนือศีรษะ
 - ทำเชื่อมในตำแหน่งใด ที่เชื่อมได้ง่ายที่สุด
 - ทำระดับ
 - ทำตั้ง
 - ทำราบ
 - ทำเหนือศีรษะ
 - ระยะอาร์กที่เหมาะสมในการเชื่อมโดยทั่วไปควรมีขนาดเท่าใด
 - ความหนาของชิ้นงาน
 - สองเท่าของความหนาชิ้นงาน
 - ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดที่ใช้เชื่อม
 - สองเท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลวดที่ใช้เชื่อม
 - มุมที่เอียงลวดเชื่อมไปทางเดียวกันกับทิศทางการเคลื่อนที่ของลวดเชื่อม หมายถึง มุมอะไร
 - มุมเดินลวดเชื่อม
 - มุมส่ายลวดเชื่อม
 - มุมงาน
 - มุมจับลวดเชื่อม
 - การเชื่อมด้วยกระแสไฟสูงเกินไปจะมีผลต่อแนวเชื่อมอย่างไร
 - ขอบแนวเชื่อมไม่หลอมรวมตัว
 - แนวเชื่อมเล็กและไม่เกิดการซึมลึก
 - แนวเชื่อมกองนูนมาก
 - บ่อหลอมละลายกว้างและเกิดการกัดขอบตามความยาวของแนวเชื่อม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 3 : มาตรฐานทำเชื่อมและวิธีการเชื่อม	หน่วยที่ 3
		สอนครั้งที่ 5-6
		ชั่วโมงรวม 4

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลที่ 3

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				



คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน
สรุปผล () ผ่านเกณฑ์
() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ
(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 3 : มาตรฐานท่าเชื่อมและวิธีการเชื่อม	หน่วยที่ 3
		สอนครั้งที่ 5-6
		ชั่วโมงรวม 4

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลที่ 3

ข้อที่	คำตอบ
1.	ค
2.	ค
3.	ค
4.	ก
5.	ง



หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567

รายวิชา มาตรฐานงานเชื่อม 1 รหัสวิชา 30103-2003

บทเรียนโมดูลที่ 4

เรื่อง สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม

โดย

นางสาวเบญจวรรณ สังฆานาคินทร์

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1
โมดูลที่ 4 : สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม

หน่วยที่ 4

สอนครั้งที่ 7-8

ชั่วโมงรวม 4

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 4 : สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 4
		สอนครั้งที่ 7-8
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 4

คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

ก่อนที่จะเริ่มต้นศึกษาวิชามาตรฐานงานเชื่อม 1 นี้ ควรจะศึกษารายละเอียดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชา มาตรฐานงานเชื่อม 1 เพื่อจะได้มีแนวคิดเกี่ยวกับสัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม และเป็นการเตรียมพร้อมที่จะศึกษาวิชานี้

ส่วนประกอบบทเรียนโมดูลประกอบด้วย

1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบกระดาษคำตอบ
2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ใบจุดประสงค์
4. ใบความรู้
5. ใบแบบฝึกหัด
6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด
7. ใบปฏิบัติงาน
8. ใบแบบทดสอบหลังเรียนและใบกระดาษคำตอบ
9. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 4 : สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 4
		สอนครั้งที่ 7-8
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 4

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
3. ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
4. บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 4 : สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 4
		สอนครั้งที่ 7-8
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 4

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล (ต่อ)

- เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน
- ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง
- เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
- ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
- ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมทบทวนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 4 : สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 4
		สอนครั้งที่ 7-8
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 4

หลักการและเหตุผล (Prospectus)

ก่อนที่จะเริ่มต้นศึกษาวิชามาตรฐานงานเชื่อม 1 นี้ ควรจะศึกษารายละเอียดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชา มาตรฐานงานเชื่อม 1 เสียก่อน เพื่อจะได้มีแนวคิดเกี่ยวกับวิชามาตรฐานงานเชื่อม 1 และเป็นการเตรียมพร้อม ที่จะศึกษาวิชานี้ รวมทั้งแนวทางการศึกษาต่อ ซึ่งเนื้อหาที่จะนำมาศึกษาในโมดูลนี้ จะมีเนื้อหาเกี่ยวกับ สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม

จุดมุ่งหมาย (Objective)

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในเรื่องสัญลักษณ์การ ทดสอบงานเชื่อม

ความรู้พื้นฐาน (Prerequisites)

ในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้ให้ผลดีนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานด้านสัญลักษณ์การ ทดสอบงานเชื่อม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 4 : สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 4
		สอนครั้งที่ 7-8
		ชั่วโมงรวม 4

แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลที่ 4

คำชี้แจง : 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ
2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

- ข้อใดคือสัญลักษณ์งานเชื่อมในสนาม
 - รูปธง
 - วงกลม
 - เส้นตรง
 - สัญลักษณ์ส่วนหางลูกศร
- รอยเชื่อมที่อยู่ด้านลูกศรชี้ (Arrow side) สัญลักษณ์รอยเชื่อมจะอยู่ตรงส่วนใดของสัญลักษณ์เชื่อม
 - ส่วนหางสัญลักษณ์เชื่อม
 - บนเส้นอ้างอิง
 - ด้านล่างส่วนอ้างอิง
 - ส่วนใดก็ได้
- ข้อใดคือชนิดของรอยต่อแบบพื้นฐาน
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
-  จากรูปหมายถึงสัญลักษณ์รอยเชื่อมพื้นฐานใด
 - ฟิลเล็ท
 - ตัววี
 - ร่องหลัง
 - เชื่อมจุดโปรเจกชัน
-  จากรูปหมายถึงสัญลักษณ์ร่องบากแบบใด
 - รอยเชื่อมต่อชนไม่บากงาน
 - รอยเชื่อมต่อชนวิด้านเดียว
 - รอยเชื่อมต่อชนวิสองด้าน
 - รอยเชื่อมตัวเจาะ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 4 : สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 4
		สอนครั้งที่ 7-8
		ชั่วโมงรวม 4

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลที่ 4

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				



คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน
 สรุปผล () ผ่านเกณฑ์
 () ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ
 (.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 4 : สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 4
		สอนครั้งที่ 7-8
		ชั่วโมงรวม 4

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลที่ 4

ข้อที่	คำตอบ
1.	ก
2.	ค
3.	ง
4.	ง
5.	ก

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 4 : สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 4
		สอนครั้งที่ 7-8
		ชั่วโมงรวม 4

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการทั่วไปของสัญลักษณ์การเชื่อมได้อย่างถูกต้อง
2. กำหนดสัญลักษณ์ของรอยเชื่อมแต่ละชนิดได้อย่างเหมาะสม
3. อ่านและตีความสัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อมได้อย่างถูกต้อง



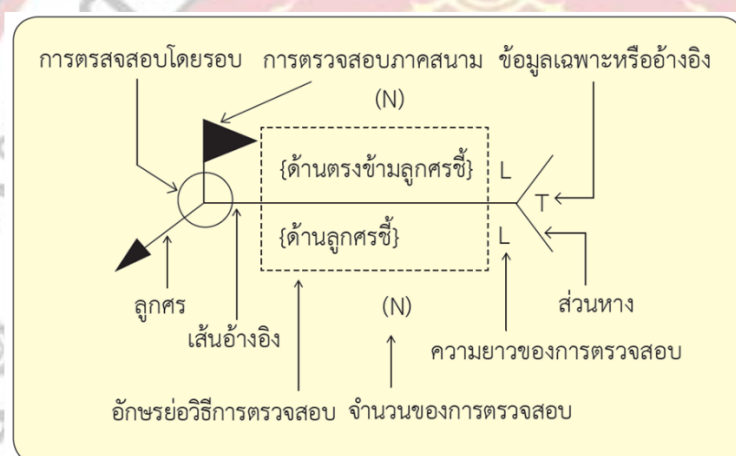
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 4 : สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 4
		สอนครั้งที่ 7-8
		ชั่วโมงรวม 4

ใบความรู้

หน่วยที่ 4 สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม

4.1 สัญลักษณ์การตรวจสอบโดยไม่ทำลาย

สัญลักษณ์การตรวจสอบโดยไม่ทำลาย มีความสำคัญสำหรับการสื่อสารการทำงาน และถูกนำมาใช้สำหรับขั้นตอนในการออกแบบผลิตภัณฑ์ การตรวจระหว่างขั้นตอนการผลิต และการตรวจผลิตภัณฑ์หลังการใช้งานสำหรับการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การตรวจสอบโดยไม่ทำลาย อ้างอิงตามมาตรฐาน ANS ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ตำแหน่งมาตรฐานของส่วนประกอบต่างๆ ของสัญลักษณ์

4.2 การตรวจสอบโดยไม่ทำลายตามมาตรฐาน AWS

ส่วนประกอบของสัญลักษณ์การตรวจสอบโดยไม่ทำลาย มีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

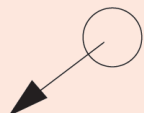
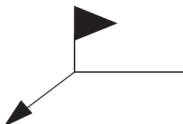
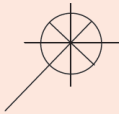
1. ลูกศร(Arrow) เป็นลูกศรของสัญลักษณ์การตรวจสอบ มีความสำคัญต่อการบอกตำแหน่งหรือด้านที่เป็นขอบเขตของการตรวจสอบเทียบกับลูกศร
2. เส้นอ้างอิง(Reference line) เป็นเส้นตรงลากแนวขนานนอน ใช้สำหรับการอ้างอิงส่วนประกอบต่างๆ มีทั้งที่อยู่ด้านบน ด้านล่าง ทั้งสองด้าน
3. อักขระย่อวิธีการตรวจสอบ(Examination method letter designation) เป็นอักขระที่ใช้บอกถึงวิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย
4. ขอบเขตและจำนวนของการตรวจสอบ(Extent and number of examination) เป็นส่วนที่ใช้กำหนดช่วงความยาวขอบเขต และจำนวนของการตรวจสอบ
5. ส่วนหางของสัญลักษณ์การตรวจสอบโดยไม่ทำลาย(Tail of examination symbol)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 4 : สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 4
		สอนครั้งที่ 7-8
		ชั่วโมงรวม 4

6. ข้อมูลเฉพาะหรืออ้างอิงอื่นๆ (Specification or other reference) เป็นส่วนที่บอกข้อมูลที่ระบุหรือเงื่อนไขพิเศษสำหรับการตรวจสอบ เช่นข้อกำหนดเฉพาะ(Specification)โค้ด(code) และ อ้างอิง (References) เป็นต้น

7. สัญลักษณ์เพิ่มเติม(Supplementary symbols) เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับการบ่งชี้ความต้องการสำหรับการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย อธิบายและแสดงรูปประกอบใน

ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดของสัญลักษณ์

สัญลักษณ์เพิ่มเติม	คำอธิบายรายละเอียด
	เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้ในการบ่งชี้ว่าการตรวจสอบโดยบริเวณที่ถูกระบุ (Around examination)
	เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้ในการบ่งชี้ว่าการตรวจสอบภาคสนาม (Field examination)
	เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้ในการบ่งชี้ทิศทางของการถ่ายภาพสำหรับวิธีการตรวจสอบ โดยถ่ายภาพรังสี (RT) และ นิวตรอน (NRT) เท่านั้น

4.3 การตรวจสอบโดยไม่ทำลายและสัญลักษณ์ การตรวจสอบ

การตรวจสอบโดยไม่ทำลาย เป็นวิธีการตรวจสอบที่อาศัยหลักการทางฟิสิกส์ สำหรับการทดสอบวัสดุหรือชิ้นงาน โดยไม่มีผลต่อการใช้งานหรือไม่ทำลายสภาพของวัสดุหรือชิ้นงานนั้น วิธีการตรวจสอบแต่ละวิธีมีความเหมาะสมกับแต่ละสภาพของวัสดุและชิ้นงานตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ ผลของการตรวจสอบบอกถึงระดับคุณภาพของวัสดุกับความเหมาะสมกับความใช้งาน การตรวจสอบโดยไม่ทำลายมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่ง ในงานควบคุมคุณภาพไม่เพียงพอบแต่ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตสำเร็จแล้วเท่านั้น แต่ยังครอบคลุมไปถึงชิ้นส่วนที่ยังไม่ประกอบเป็นผลิตภัณฑ์หรือแม้แต่วัตถุดิบมีการประยุกต์ใช้ใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ ของการผลิต การซ่อมบำรุง การวิเคราะห์หาสาเหตุของความเสียหาย มีวิธีการตรวจสอบที่แตกต่างกัน ตามข้อได้เปรียบและข้อจำกัดของแต่ละวิธี เป็นวิธีการที่ใช้ในการตรวจสอบ และค้นหาความไม่ต่อเนื่อง สามารถบ่งชี้วิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย เป็นอักษรย่อตามรายละเอียดตาม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 4 : สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 4
		สอนครั้งที่ 7-8
		ชั่วโมงรวม 4

ตารางที่ 4.2 วิธีการตรวจสอบและอักษรย่อ

วิธีการตรวจสอบ	อักษรย่อ
Acoustic Emission Testing : การตรวจสอบโดยวิธีอะคูสติกอิมิชัน	AFT
Electromagnetic/Eddy Current Testing : การตรวจสอบโดยวิธีกระแสไหลวน	ET
Leak Testing : การตรวจสอบการรั่วซึม	LT
Magnetic Particle Testing : การตรวจสอบโดยวิธีอนุภาคผงแม่เหล็ก	MT
Neutron Radiographic Testing : การตรวจสอบโดยวิธีการถ่ายภาพนิวตรอน	NRT
Penetrant Testing : การตรวจสอบโดยวิธีสารละลายแทรกซึม	PT
Radiographic Testing : การตรวจสอบโดยวิธีการถ่ายภาพรังสี	RT
Ultrasonic Testing : การตรวจสอบโดยวิธีคลื่นเสียงความถี่สูง	UT
Visual Testing : การตรวจสอบโดยวิธีพินิจ	VT

4.4 หลักการเริ่มสัญลักษณ์มาตามาตามสำหรับการสอบแบบไม่ทำลาย มีวิธีการและรายละเอียดของการเขียนสัญลักษณ์มาตรฐานดังนี้

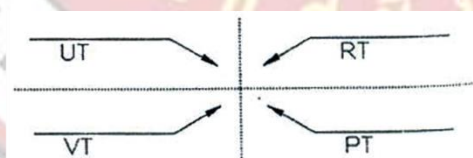
4.4.1 ตำแหน่งของลูกศร

ตำแหน่งของลูกศร ต้องเชื่อมต่อระหว่างเส้นอ้างอิงกับส่วนหรือบริเวณที่จะถูกตรวจสอบ ตำแหน่งของปลายของลูกศรที่มีความสำคัญต่อการพิจารณาส่วนหรือบริเวณที่จะถูกกำหนดให้ตรวจสอบ โดยด้านที่ปลายลูกศรชี้จะพิจารณาเป็นด้านลูกศรชี้ ส่วนอีกด้านของชิ้นงานถือเป็นด้านตรงข้ามด้านลูกศรชี้

4.4.2 การกำหนดของวิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย

การกำหนดของวิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย มีหลักการอยู่ 5 อย่าง ดังนี้

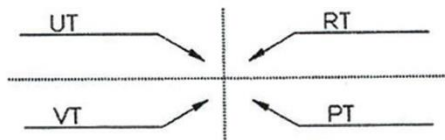
1. ตำแหน่งด้านล่างของเส้นอ้างอิง หมายถึงการตรวจสอบโดยวิธีต่าง ๆ จะถูกทำการ ตรวจสอบต้นของชิ้นงานที่ลูกศรชี้ให้กำหนดอักษรย่อของวิธีการตรวจโดยไม่ทำลายไว้ ด้านล่างใต้เส้นอ้างอิง (Below the reference line) ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ตำแหน่งของวิธีการตรวจสอบด้านล่างเส้นอ้างอิง

2. ตำแหน่งด้านบนเส้นอ้างอิง หมายถึง การตรวจสอบโดยวิธีต่างๆ จะถูกการตรวจสอบบนด้านของลูกศรชี้ ให้กำหนดอักษรย่อของวิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลายไว้ ด้านบนเหนือเส้นอ้างอิง (Above the reference line) ดังรูปที่ 4.3

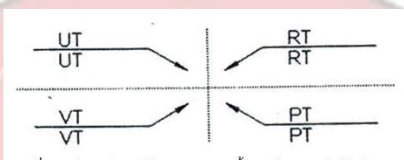
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 4 : สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 4
		สอนครั้งที่ 7-8
		ชั่วโมงรวม 4



รูปที่ 4.3 ตำแหน่งของวิธีการตรวจสอบด้านบนเส้นอ้างอิง

จากรูปที่ 4.3 แสดงสัญลักษณ์การตรวจสอบ UT , VT , RT , PT บริเวณด้านตรงข้ามลูกศรชี้

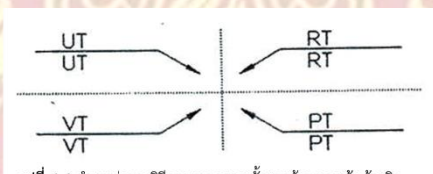
3. ตำแหน่งบนทั้งสองด้านของเส้นอ้างอิง หมายถึง การตรวจสอบโดยวิธีต่าง ๆ จะทำการตรวจสอบบนด้านของชิ้นงานทั้งสองด้านของลูกศรชี้ ให้กำหนดอักษรย่อของวิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลายไว้ทั้งด้านบนและด้านล่างเส้นอ้างอิง (Both side) ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ตำแหน่งของวิธีการตรวจสอบทั้งสองด้านของเส้นอ้างอิง

จากรูปที่ 4.4 แสดงสัญลักษณ์ของการตรวจสอบ UT , VT , RT , PT บริเวณทั้งสองด้านของลูกศรชี้

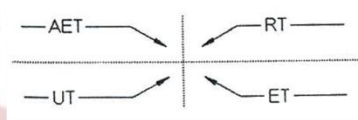
3. ตำแหน่งบนทั้งสองด้านของเส้นอ้างอิง หมายถึง การตรวจสอบโดยวิธีต่าง ๆ จะทำการตรวจสอบบนด้านของชิ้นงานทั้งสองด้านของลูกศรชี้ ให้กำหนดอักษรย่อของวิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลายไว้ทั้งด้านบนและด้านล่างเส้นอ้างอิง (Both side) ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ตำแหน่งของวิธีการตรวจสอบทั้งสองด้านของเส้นอ้างอิง

จากรูปที่ 4.4 แสดงสัญลักษณ์ของการตรวจสอบ UT , VT , RT , PT บริเวณทั้งสองด้านของลูกศรชี้

4. ตำแหน่งกึ่งกลางของเส้นอ้างอิง หมายถึง การตรวจสอบโดยวิธีต่างๆ ที่ถูกเลือกไม่ระบุตำแหน่งหรือด้านที่ต้องการทำการตรวจสอบชิ้นงานว่าเป็นด้านใดด้านหนึ่ง ให้เขียนตัวอักษรย่อของวิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลายไว้กึ่งกลางเส้นอ้างอิง(Centered on the reference line) ดังรูปที่ 4.5

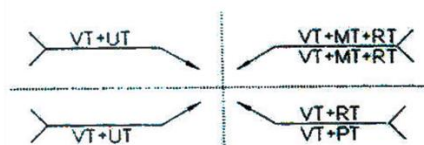


จากรูปที่ 4.5 แสดงสัญลักษณ์การตรวจสอบ AET , UT , RT , ET โดยไม่ต้องกำหนด

ตำแหน่งหรือด้านที่ตรวจสอบ

5. กรณีที่มีความต้องการทำการตรวจสอบโดยไม่ทำลายหลายวิธีในตำแหน่งเดียวกันมีวิธีการกำหนด ดังนี้ ให้กำหนดอักษรย่อของวิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย ด้านเดียวกันของเส้นอ้างอิง โดยใช้เครื่องหมายบวกคั่นกลางระหว่างแต่ละวิธี ดังรูปที่ 4.6 (a)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 4 : สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 4
		สอนครั้งที่ 7-8
		ชั่วโมงรวม 4

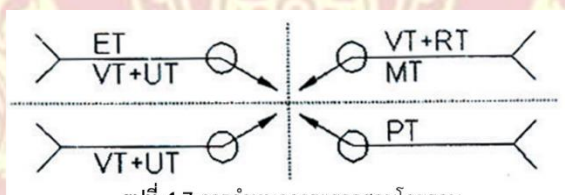


จากรูปที่ 4.6 (a) แสดงสัญลักษณ์การตรวจสอบ VT , UT ที่บริเวณด้านตรงข้ามลูกศรชี้ การตรวจสอบ VT , UT ที่บริเวณด้านลูกศรชี้ การตรวจสอบ VT , MT , RT ที่บริเวณทั้งสองด้านของลูกศรชี้ การตรวจสอบ VT , PT ที่บริเวณด้านของลูกศรชี้ ส่วนด้านตรงข้ามลูกศรชี้จะถูกตรวจสอบโดย VT และ RT เป็นต้น

4.4.3 การกำหนดสัญลักษณ์เพิ่มเติมสำหรับสัญลักษณ์การตรวจสอบโดยไม่ทำลาย

การกำหนดสัญลักษณ์เพิ่มเติมสำหรับสัญลักษณ์การตรวจสอบโดยไม่ทำลาย มีรายละเอียดดังนี้

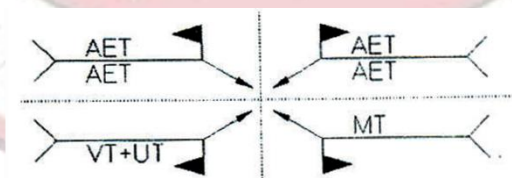
1. กรณีการตรวจสอบที่ต้องการให้ทำการตรวจโดยรอบรอยต่อหรือส่วนที่ขึ้นงานส่วนที่ลูกศรชี้ให้กำหนดสัญลักษณ์วงกลมไว้ตำแหน่งส่วนต่อของลูกศรกับเส้นอ้างอิง ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 การกำหนดการตรวจสอบโดยรอบ

จากจากรูปที่ 4.7 แสดงสัญลักษณ์การตรวจสอบ ET โดยรอบด้านตรงข้ามลูกศรชี้ และทำการตรวจสอบ VT , UT โดยรอบด้านลูกศรชี้ สัญลักษณ์การตรวจสอบ VT , UT โดยรอบด้านลูกศรชี้ สัญลักษณ์การตรวจสอบ VT , RT โดยรอบด้านตรงข้ามลูกศรชี้ และทำการตรวจสอบ MT โดยรอบด้านตรงข้ามลูกศรชี้และสัญลักษณ์การตรวจสอบ PT โดยรอบด้านตรงข้ามลูกศรชี้

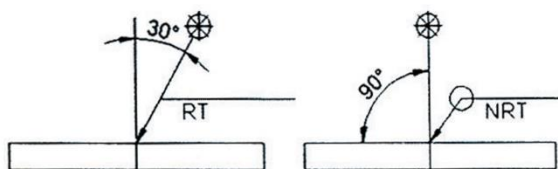
2. กรณีการตรวจสอบที่ถูกกำหนดให้ ทำการตรวจสอบภาคสนาม ให้กำหนดสัญลักษณ์คล้ายธงสามเหลี่ยม ทึบไว้ตำแหน่งส่วนต่อของลูกศรกับเส้นอ้างอิง โดยปลายของสามเหลี่ยมทึบชี้ด้านตรงข้ามกับปลายลูกศรชี้ ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 การกำหนดการตรวจสอบภาคสนาม

3. กรณีทำการตรวจสอบโดยวิธีถ่ายภาพ ได้แก่ RT และ NRT เป็นต้น มีความต้องการที่จะกำหนดทิศทางของการถ่ายภาพให้ทำการกำหนดสัญลักษณ์คล้ายวงกลม ร่วมกับเครื่องหมายดอกจันตรงโดยลากเส้นตรงทำมุมที่ต้องการในแบบแปลน และกำหนดองศาของมุมตกกระทบ เพื่อป้องกันการเข้าใจผิด หากเราไม่กำหนดสัญลักษณ์ดังกล่าวให้ถือว่าทำมุมตั้งฉากกับบริเวณที่ลูกศรชี้ ดังรูปที่ 4.9

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 4 : สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 4
		สอนครั้งที่ 7-8
		ชั่วโมงรวม 4



รูปที่ 4.9 การกำหนดทิศทางของการถ่ายภาพหรือแมกนอยรั้งสี

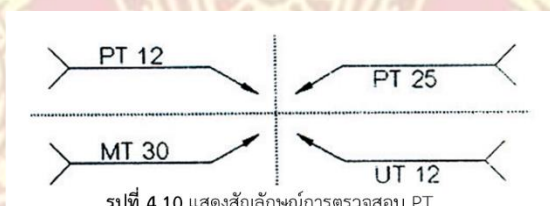
4.4.4 การกำหนดช่วงความยาว ขอบเขตและจำนวนของการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย

การกำหนดช่วงความยาว ขอบเขตและจำนวนของการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย มีรายละเอียดของวิธีดังนี้

1. การกำหนดการตรวจสอบสำหรับที่เป็นช่วงความยาว

(1) ในกรณีที่ตรวจสอบตลอดความยาว ไม่จำเป็นต้องระบุตัวเลข ของช่วงความยาวที่จะถูกตรวจสอบ

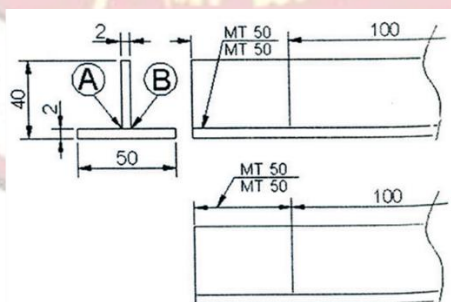
(2) ในกรณีที่มีการระบุการตรวจสอบของชิ้นงานที่มีความต้องการให้ตรวจสอบ ซึ่งช่วงความยาวที่ตรวจสอบจะถูกเขียนเป็นตัวเลขของช่วงความยาวที่ตรวจสอบไว้ ด้านขวามือของตัวอักษรย่อวิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 แสดงสัญลักษณ์การตรวจสอบ PT

จากรูปที่ 4.10 แสดงสัญลักษณ์การตรวจสอบ PT ความยาวของการตรวจสอบ 12 นิ้วของด้านลูกศรชี้ การตรวจสอบ MT ความยาวของการตรวจสอบ 30 นิ้วของด้านลูกศรชี้ การตรวจสอบ PT ความยาว 25 นิ้วของด้านตรงข้ามลูกศร และการตรวจสอบ UT ความยาวของการตรวจสอบ 12 นิ้วของด้านตรงข้ามลูกศรชี้

นอกจากนี้ยังมีวิธีการกำหนดเป็นส่วนความยาวของการตรวจสอบได้ โดยกำหนดขึ้นหรือกำหนดเป็นบริเวณลงบนเส้นบอกขนาดในแปลน ดังรูปที่ 4.11

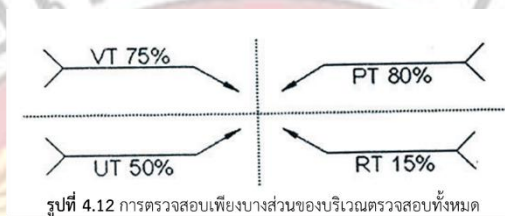


รูปที่ 4.11 การกำหนดความยาวของการตรวจสอบขึ้นบนเส้นบอกขนาด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	หน่วยที่ 4
	รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1	สอนครั้งที่ 7-8
	โมดูลที่ 4 : สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม	ชั่วโมงรวม 4

จากรูปที่ 4.11 ด้านบนและด้านล่าง แสดงสัญลักษณ์การตรวจสอบ MT ช่วงความยาวตรวจสอบ 50 นิ้ว บริเวณรอยต่อรูปตัวทีของชิ้นงานทั้งด้าน A และด้าน B

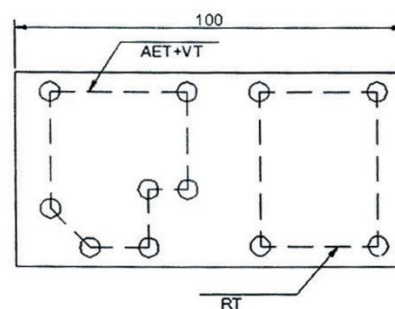
(3) ในกรณีที่มีการระบุเพียงบางส่วนชิ้นงานหรือของชิ้นงาน ซึ่งความต้องการในการตรวจสอบคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ เทียบกับบริเวณการตรวจสอบทั้งหมด เช่น 10%, 75% และ 80% เป็นต้น มีการระบุตำแหน่งและกำหนดช่วงเปอร์เซ็นต์ของการตรวจสอบไว้ในขบวนการที่กำหนดให้ไว้ด้านขวามือของตัวอักษรวิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย ดังรูปที่ 4.12



จากรูปที่ 4.12 แสดงสัญลักษณ์การตรวจสอบ VT เพียง 75% ของความยาวทั้งหมดที่ด้านลูกศรชี้ สัญลักษณ์การตรวจสอบ UT เพียง 50% ของความยาวทั้งหมดที่ด้านลูกศรชี้ การตรวจสอบ PT เพียง 80% ของความยาวทั้งหมดที่ด้านลูกศรชี้ สัญลักษณ์การตรวจสอบ RT เพียง 15% ของความยาวทั้งหมดที่ด้านลูกศรชี้

2. การกำหนดตรวจสอบที่เป็นพื้นที่หรือขอบเขต

(1) การกำหนดตรวจสอบเป็นพื้นที่แนวระนาบให้กำหนดขอบเขตของพื้นที่บริเวณที่ต้องการตรวจสอบ โดยการลากเส้นประเป็นแนวเส้นตรง โดยจุดที่มีการเปลี่ยนหรือหักมุมต้องใส่วงกลมไว้ ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 การตรวจสอบเป็นพื้นที่

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 4 : สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 4
		สอนครั้งที่ 7-8
		ชั่วโมงรวม 4

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 4

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงบอกความหมายของสัญลักษณ์รูปธงที่อยู่ระหว่างรอยต่อของเส้นอ้างอิงกับเส้นลูกศร

.....

.....

.....

2. จงบอกความหมายของสัญลักษณ์วงกลมที่อยู่ระหว่างรอยต่อของเส้นอ้างอิงกับเส้นลูกศร

.....

.....

.....

3. จงบอกความหมายของสัญลักษณ์รอยเชื่อมรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

.....

.....

.....

4. จงยกตัวอย่างลักษณะรอยเชื่อมแบบต่างๆมา 5 ชนิด

.....

.....

.....

5. จงยกตัวอย่างลักษณะชนิดของการเชื่อมแบบต่างๆมา 4 ชนิด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 4 : สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 4
		สอนครั้งที่ 7-8
		ชั่วโมงรวม 4

ใบเฉลยแบบฝึกหัดโมดูลที่ 4

1. จงบอกความหมายของสัญลักษณ์รูปธงที่อยู่ระหว่างรอยต่อของเส้นอ้างอิงกับเส้นลูกศร
สัญลักษณ์เชื่อมในสนาม
2. จงบอกความหมายของสัญลักษณ์วงกลมที่อยู่ระหว่างรอยต่อของเส้นอ้างอิงกับเส้นลูกศร
สัญลักษณ์เชื่อมรอบชิ้นงาน
3. จงบอกความหมายของสัญลักษณ์รอยเชื่อมรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
เชื่อมพิทเลท
4. จงยกตัวอย่างลักษณะรอยเชื่อมแบบต่างๆมา 5 ชนิด
ลักษณะรอยเชื่อมพื้นฐานมี 5 ชนิดหลัก ดังนี้:

1. รอยเชื่อมฟิลเลต (Fillet Weld):
 - มีหน้าตัดเป็นรูปสามเหลี่ยม
 - ใช้เชื่อมชิ้นงานที่ตั้งฉากกัน เช่น รอยต่อตัวที (T-Joint) หรือรอยต่อเกย (Lap Joint)
 - เป็นรอยเชื่อมที่พบบ่อยที่สุดในงานโครงสร้าง
2. รอยเชื่อมร่อง (Groove Weld):
 - เชื่อมเติมเต็มร่องระหว่างชิ้นงาน
 - มีหลายรูปแบบ เช่น V-groove, U-groove, J-groove
 - ใช้บ่อยในรอยต่อชน (Butt Joint)
 - ให้ความแข็งแรงสูง แต่อาจต้องมีการเตรียมขอบชิ้นงานก่อนเชื่อม
3. รอยเชื่อมจุด (Spot Weld):
 - เป็นจุดเชื่อมเล็กๆ ระหว่างแผ่นโลหะที่ซ้อนทับกัน
 - ใช้บ่อยในอุตสาหกรรมยานยนต์และการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า
 - ทำได้รวดเร็วและเหมาะสำหรับการผลิตจำนวนมาก
4. รอยเชื่อมตะเข็บ (Seam Weld):
 - คล้ายกับรอยเชื่อมจุด แต่เป็นแนวยาวต่อเนื่อง
 - ใช้ในการเชื่อมแผ่นโลหะบางเข้าด้วยกัน
 - พบบ่อยในการผลิตท่อและถังบรรจุ
5. รอยเชื่อมแบบปลั๊ก (Plug Weld) หรือสล็อต (Slot Weld):
 - Plug Weld: เชื่อมผ่านรูในชิ้นงานบนลงไปยังชิ้นงานล่าง
 - Slot Weld: คล้ายกับ Plug Weld แต่เป็นช่องยาวแทนที่จะเป็นรูกลม
 - ใช้เพื่อยึดแผ่นโลหะเข้าด้วยกันโดยไม่เห็นรอยเชื่อมจากด้านนอก
 - ช่วยเพิ่มความแข็งแรงในรอยต่อเกย

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 4 : สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 4
		สอนครั้งที่ 7-8
		ชั่วโมงรวม 4

5. จงยกตัวอย่างลักษณะชนิดของการเชื่อมแบบต่างๆมา 4 ชนิด

ลักษณะชนิดของการเชื่อมแบบต่างๆ สามารถแบ่งออกเป็น 4 ชนิดหลักดังนี้:

1. การเชื่อมอาร์ก (Arc Welding):

- ใช้ความร้อนจากการอาร์กไฟฟ้าระหว่างอิเล็กโทรดกับชิ้นงาน
- มีหลายประเภทย่อย เช่น:
 - * SMAW (Shielded Metal Arc Welding) หรือการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
 - * GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) หรือ TIG
 - * GMAW (Gas Metal Arc Welding) หรือ MIG
- เหมาะสำหรับงานโลหะหลายชนิด และใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรม

2. การเชื่อมแก๊ส (Gas Welding):

- ใช้ความร้อนจากการเผาไหม้ของแก๊สเชื้อเพลิงกับออกซิเจน
- ที่นิยมคือการเชื่อมแก๊สอะเซทิลีน (Oxy-acetylene Welding)
- ให้เปลวไฟที่ควบคุมได้ เหมาะสำหรับโลหะบาง
- ใช้บ่อยในงานซ่อมบำรุง งานท่อ และงานโลหะแผ่นบาง

3. การเชื่อมความต้านทาน (Resistance Welding):

- ใช้ความร้อนที่เกิดจากความต้านทานไฟฟ้าเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านชิ้นงาน
- ประเภทที่พบบ่อย ได้แก่:
 - * การเชื่อมจุด (Spot Welding)
 - * การเชื่อมตะเข็บ (Seam Welding)
- ใช้มากในอุตสาหกรรมยานยนต์และการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า

4. การเชื่อมแบบพิเศษ (Special Welding Processes):

- รวมถึงเทคนิคการเชื่อมที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงหรือมีลักษณะเฉพาะ เช่น:
 - * การเชื่อมด้วยลำแสงอิเล็กตรอน (Electron Beam Welding)
 - * การเชื่อมด้วยแสงเลเซอร์ (Laser Beam Welding)
 - * การเชื่อมเสียดทาน (Friction Welding)
 - * การเชื่อมใต้ฟลักซ์ (Submerged Arc Welding)
- มักใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องการความแม่นยำสูงหรือมีข้อจำกัดเฉพาะ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 4 : สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 4
		สอนครั้งที่ 7-8
		ชั่วโมงรวม 4

ใบปฏิบัติงานโมดูลที่ 4

เรื่อง สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม

ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 3 – 4 คน ศึกษาและค้นคว้า นำเสนอข้อมูลที่ได้ศึกษาและค้นคว้า เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในห้องเรียน

1. ให้นักเรียนบรรยายเนื้อหาเกี่ยวกับหลักการทั่วไปของสัญลักษณ์การเชื่อม
2. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มผู้เรียนให้วิเคราะห์แบบงานเชื่อมและอธิบายความหมายของสัญลักษณ์ที่

ปรากฏ



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 4 : สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 4
		สอนครั้งที่ 7-8
		ชั่วโมงรวม 4

แบบทดสอบหลังเรียนโมดูลที่ 4

คำชี้แจง : 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ
2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

- ข้อใดคือสัญลักษณ์งานเชื่อมในสนาม
 - รูปธง
 - วงกลม
 - เส้นตรง
 - สัญลักษณ์ส่วนหางลูกศร
- รอยเชื่อมที่อยู่ด้านลูกศรชี้ (Arrow side) สัญลักษณ์รอยเชื่อมจะอยู่ตรงส่วนใดของสัญลักษณ์เชื่อม
 - ส่วนหางสัญลักษณ์เชื่อม
 - บนเส้นอ้างอิง
 - ด้านล่างส่วนอ้างอิง
 - ส่วนใดก็ได้
- ข้อใดคือชนิดของรอยต่อแบบพื้นฐาน
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
-  จากรูปหมายถึงสัญลักษณ์รอยเชื่อมพื้นฐานใด
 - ฟิลเล็ท
 - ตัววี
 - ร่องหลัง
 - เชื่อมจุดโปรเจกชัน
-  จากรูปหมายถึงสัญลักษณ์ร่องบากแบบใด
 - รอยเชื่อมต่อชนไม่บากงาน
 - รอยเชื่อมต่อชนวิด้านเดียว
 - รอยเชื่อมต่อชนวิสองด้าน
 - รอยเชื่อมตัวเจาะ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 4 : สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 4
		สอนครั้งที่ 7-8
		ชั่วโมงรวม 4

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลที่ 4

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				



คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน
 สรุปผล () ผ่านเกณฑ์
 () ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ
 (.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 4 : สัญลักษณ์การทดสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 4
		สอนครั้งที่ 7-8
		ชั่วโมงรวม 4

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลที่ 4

ข้อที่	คำตอบ
1.	ก
2.	ค
3.	ง
4.	ง
5.	ก



หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567

รายวิชา มาตรฐานงานเชื่อม 1 รหัสวิชา 30103-2003

บทเรียนโมดูลที่ 5

เรื่อง สัญลักษณ์งานเชื่อม

โดย

นางสาวเบญจวรรณ สังฆานาคินทร์

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1
โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม

หน่วยที่ 5

สอนครั้งที่ 9-10

ชั่วโมงรวม 4

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	หน่วยที่ 5
		สอนครั้งที่ 9-10
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 5

คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

ก่อนที่จะเริ่มต้นศึกษาวิชามาตรฐานงานเชื่อม 1 นี้ ควรจะศึกษารายละเอียดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชา มาตรฐานงานเชื่อม 1 เพื่อจะได้มีแนวคิดเกี่ยวกับสัญลักษณ์งานเชื่อมและเป็นการเตรียมพร้อมที่จะศึกษาวิชานี้

ส่วนประกอบบทเรียนโมดูลประกอบด้วย

1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบกระดาษคำตอบ
2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ใบจุดประสงค์
4. ใบความรู้
5. ใบแบบฝึกหัด
6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด
7. ใบปฏิบัติงาน
8. ใบแบบทดสอบหลังเรียนและใบกระดาษคำตอบ
9. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	หน่วยที่ 5
		สอนครั้งที่ 9-10
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 5

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
3. ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
4. บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	หน่วยที่ 5
		สอนครั้งที่ 9-10
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 5

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล (ต่อ)

- เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน
- ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง
- เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
- ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
- ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบทวนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	หน่วยที่ 5
		สอนครั้งที่ 9-10
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 5

หลักการและเหตุผล (Prospectus)

ก่อนที่จะเริ่มต้นศึกษาวิชามาตรฐานงานเชื่อม 1 นี้ ควรจะศึกษารายละเอียดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชา มาตรฐานงานเชื่อม 1 เสียก่อน เพื่อจะได้มีแนวคิดเกี่ยวกับวิชามาตรฐานงานเชื่อม 1 และเป็นการเตรียมพร้อม ที่จะศึกษาวิชานี้ รวมทั้งแนวทางการศึกษาต่อ ซึ่งเนื้อหาที่จะนำมาศึกษาในโมดูลนี้ จะมีเนื้อหาเกี่ยวกับ สัญลักษณ์งานเชื่อม

จุดมุ่งหมาย (Objective)

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในเรื่องสัญลักษณ์งาน เชื่อม

ความรู้พื้นฐาน (Prerequisites)

ในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้ให้ผลดีนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานด้านสัญลักษณ์งานเชื่อม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	หน่วยที่ 5
		สอนครั้งที่ 9-10
		ชั่วโมงรวม 4

แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลที่ 5

คำชี้แจง : 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ
2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

- สัญลักษณ์งานเชื่อมประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ
 - ลูกศร เส้นชี้หน้า หาง
 - ลูกศร เส้นฐาน หาง
 - ลูกศร เส้นชี้หน้า เส้นไขปลา
 - ลูกศร เส้นอ้างอิง เส้นไขปลา
- กรรมวิธีการเชื่อมจะวางไว้ที่ส่วนใดของสัญลักษณ์
 - ส่วนหางสัญลักษณ์
 - ส่วนหัวลูกศร
 - บนเส้นอ้างอิง
 - ใต้เส้นอ้างอิง
- การกำหนดขนาดของแนวเชื่อมฉาก เขียนไว้บริเวณใดของสัญลักษณ์
 - ที่หาง กำหนดตัวเลขไว้ด้านซ้ายของสัญลักษณ์
 - ที่หาง กำหนดตัวเลขไว้ด้านขวาของสัญลักษณ์
 - ที่เส้นอ้างอิง กำหนดตัวเลขไว้ด้านขวาของสัญลักษณ์
 - ที่เส้นอ้างอิง กำหนดตัวเลขไว้ด้านซ้ายของสัญลักษณ์
- สัญลักษณ์แนวเชื่อมพื้นฐาน หมายถึง การเชื่อมลักษณะใด
 - รอยเชื่อมฉาก (Fillet)
 - เชื่อมพอกผิว
 - เชื่อมต่อชน
 - เชื่อมต่อชนปากวีด้านเดียว
- การกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อมพอกผิวขนาดของแนวเชื่อมกำหนดเฉพาะรายละเอียดในข้อใด
 - ความสูงแนวเชื่อม
 - ความกว้างของแนวเชื่อม
 - จำนวนแนวเชื่อมที่จะต้องเชื่อม
 - ความสูงและความกว้าง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	หน่วยที่ 5
		สอนครั้งที่ 9-10
		ชั่วโมงรวม 4

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลที่ 5

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				



คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน
 สรุปผล () ผ่านเกณฑ์
 () ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ
 (.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	หน่วยที่ 5
		สอนครั้งที่ 9-10
		ชั่วโมงรวม 4

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลที่ 5

ข้อที่	คำตอบ
1.	ข
2.	ก
3.	ง
4.	ง
5.	ง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	หน่วยที่ 5
		สอนครั้งที่ 9-10
		ชั่วโมงรวม 4

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายและส่วนประกอบของสัญลักษณ์งานเชื่อมได้อย่างถูกต้อง
2. กำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อมสำหรับแนวเชื่อมประเภทต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม
3. อ่านและตีความสัญลักษณ์งานเชื่อมในแบบงานได้อย่างถูกต้อง



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	หน่วยที่ 5
		สอนครั้งที่ 9-10
		ชั่วโมงรวม 4

ใบความรู้

หน่วยที่ 5 สัญลักษณ์งานเชื่อม

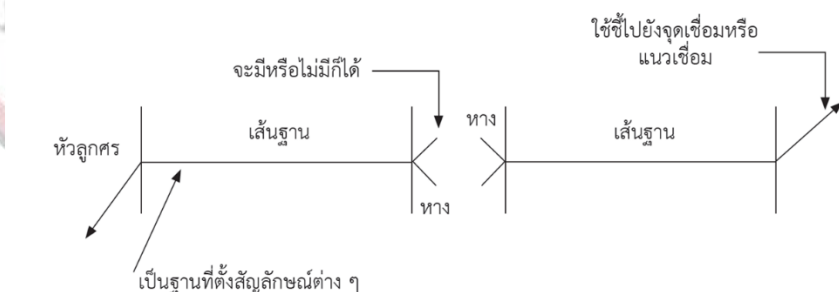
การปฏิบัติงานเชื่อมให้มีคุณภาพและได้มาตรฐานตรงตามที่ต้องการ ช่างเชื่อมจะต้องมีความรู้รายละเอียดที่สำคัญในการเชื่อม เช่น ลักษณะรูปร่างของรอยต่อ วิธีการเชื่อม และลักษณะแนวเชื่อมที่ปรากฏให้เห็น ถึงแม้ว่าลักษณะที่สำคัญของสัญลักษณ์รอยเชื่อมจะเป็นสากล (International) แต่การเปลี่ยนแปลงรายละเอียดก็ยังมีในแต่ละประเทศ เช่น

อังกฤษ.....B.S. 499 Pt 2 :1980	อิตาลี.....NS 1421 69 – 10
ฝรั่งเศส.....NFE 04-021- 1978	เยอรมัน.....DIN 1912

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะสัญลักษณ์งานเชื่อม ตามมาตรฐานของสมาคมการเชื่อมโลหะแห่งประเทศไทย สหรัฐอเมริกา (American Welding Society :AWS 2.4-79) โดยเริ่มศึกษาตั้งแต่ ความหมาย ลักษณะของลูกศรที่ใช้ ตำแหน่งของที่ตั้งสัญลักษณ์ต่าง ๆ และการใช้สัญลักษณ์เบื้องต้น เพื่อที่จะสามารถอ่านคำสั่งการทำงานตามแบบสั่งงานเชื่อมได้

5.1 ความหมายและลักษณะของสัญลักษณ์งานเชื่อม

สัญลักษณ์งานเชื่อม หมายถึง สัญลักษณ์ที่ใช้เพื่อเป็นสื่อกลางในการถ่ายทอดรายละเอียดต่าง ๆ ในงานเชื่อมระหว่างผู้ออกแบบงานเชื่อม เจ้าของงาน ผู้ตรวจสอบงาน ผู้ปฏิบัติงานเชื่อม หัวหน้างานและผู้ที่เกี่ยวข้องในงานเชื่อม



รูปที่ 5.1 แสดงลักษณะส่วนต่าง ๆ ของตัวลูกศรที่ใช้กับสัญลักษณ์งานเชื่อม AWS

ส่วนสำคัญของสัญลักษณ์งานเชื่อม คือ ตัวลูกศร ซึ่งทำหน้าที่เป็นเส้นฐานสำหรับวางสัญลักษณ์ แสดงความหมายต่าง ๆ และเป็นตัวชี้นำที่อยู่ของแนวเชื่อม ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	หน่วยที่ 5
	รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1	สอนครั้งที่ 9-10
	โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	ชั่วโมงรวม 4

5.1.1 ลูกศร (Arrow)

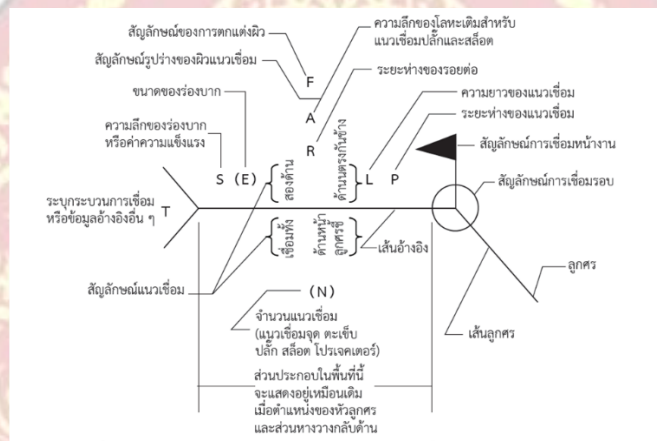
ลูกศรเป็นส่วนหัวสำหรับชี้บอกตำแหน่งแนวเชื่อมหรือจุดที่จะเชื่อมจะขึ้นหรือขาลง จะอยู่ทางด้านซ้ายหรือทางด้านขวาก็ได้แล้วแต่ความเหมาะสมและสวยงามในแบบงาน

5.1.2 เส้นฐานหรือเส้นอ้างอิง (Reference Line)

เส้นฐานหรือเส้นอ้างอิงเป็นเส้นลำตัวของลูกศร ลักษณะเป็นเส้นตรงอยู่ในแนวระดับ จะเขียนต่อกับหัวลูกศรและอาจต่อด้วยหางหรือไม่ได้ เป็นที่สำหรับตั้งสัญลักษณ์แสดงความหมายต่าง ๆ ตำแหน่งที่ตั้งเป็นตำแหน่งซึ่งคงที่โดยระบุตำแหน่งนั้นหมายความว่าอย่างไร ซึ่งจะแสดงด้วยสัญลักษณ์ที่เป็นรูปทรงเรขาคณิตและตัวอักษร

5.1.3 หาง (Tail)

หางเป็นส่วนที่อยู่ท้ายของตัวลูกศรสำหรับแสดงข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับกระบวนการเชื่อม ชนิดลวดเชื่อมหรือข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อม ซึ่งส่วนหางนี้จะมีหรือไม่ก็ได้



รูปที่ 5.2 แสดงส่วนประกอบของสัญลักษณ์งานเชื่อมตามมาตรฐาน AWS.

จากรูปที่ 5.2 แสดงส่วนประกอบของสัญลักษณ์งานเชื่อม ซึ่งประกอบด้วย

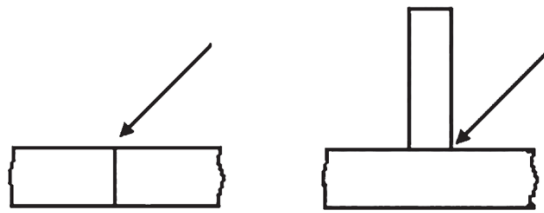
1. ลูกศร (Arrow)
2. เส้นฐานหรือเส้นอ้างอิง (Reference Line)
3. สัญลักษณ์พื้นฐานของงานเชื่อม (Basic Welding Symbols)
4. ส่วนหาง (Tail)
5. ขนาดและข้อมูลอื่น ๆ (Dimension and other Data)
6. สัญลักษณ์ระบุรายละเอียดเพิ่มเติม (Supplementary Symbols)
7. สัญลักษณ์การตกแต่งผิวสำเร็จ (Finish Symbols)
8. ส่วนที่ระบุกระบวนการเชื่อมหรืออ้างอิงอื่น (Specification Process or Other References)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	หน่วยที่ 5
	รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1	สอนครั้งที่ 9-10
	โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	ชั่วโมงรวม 4

5.2 หลักการทั่วไปและส่วนประกอบพื้นฐานของสัญลักษณ์งานเชื่อม

5.2.1 ลูกศร (Arrow)

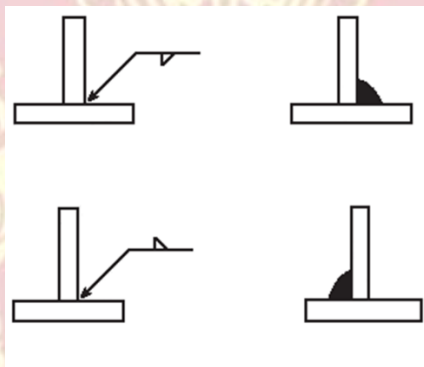
ลูกศรจะชี้ไปยังตำแหน่งของรอยต่อของชิ้นงาน โดยให้ส่วนปลายของลูกศรสัมผัสกับเส้นรอยต่อในแบบสั่งงาน ลูกศรจะประกอบไปด้วย ส่วนหัว (Arrowhead) และเส้นชี้นำ (Lead Line) ดังรูปที่ 5.3



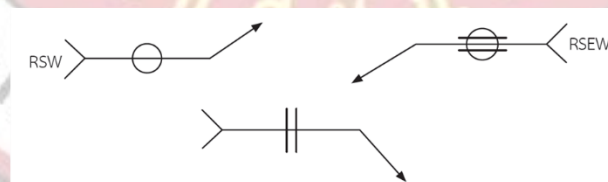
รูปที่ 5.3 แสดงการกำหนดลูกศรในแบบงาน

5.2.2 เส้นฐานหรือเส้นอ้างอิง (Reference Line)

เส้นฐานหรือเส้นอ้างอิงจะเขียนในแนวนอนและลากให้ต่อจากเส้นชี้นำของลูกศร ส่วนของเส้นอ้างอิงจะใช้ในการระบุรายละเอียดกับชนิดของรอยต่อ ซึ่งวิธีการกำหนดเส้นอ้างอิงจะแบ่งเป็น 2 ด้าน คือด้านลูกศร (Arrow Side) และด้านที่อยู่ตรงข้ามกับลูกศรชี้ (Other Side)



แต่ก็มีสัญลักษณ์บางแบบไม่ระบุด้านลูกศรหรือด้านอยู่ตรงข้ามลูกศรชี้ เช่น สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเชื่อมจุด



รูปที่ 5.5 แสดงสัญลักษณ์ที่ไม่ระบุด้านลูกศรหรือด้านอยู่ตรงข้ามลูกศรชี้

5.2.3 สัญลักษณ์ของแนวเชื่อม (Welding Symbols)

การกำหนดสัญลักษณ์แนวเชื่อมให้เขียนสัญลักษณ์ไว้ที่ด้านบนของเส้นอ้างอิง ถ้าแนวเชื่อมนั้นอยู่ด้านตรงกันข้ามกับหัวลูกศรชี้หรือเขียนไว้ที่ด้านล่างของเส้นอ้างอิงถ้าแนวเชื่อมนั้นอยู่ด้านที่ลูกศรชี้

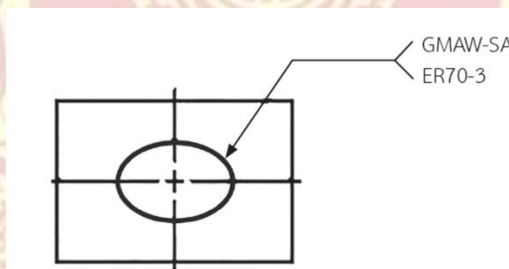
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	หน่วยที่ 5
		สอนครั้งที่ 9-10
		ชั่วโมงรวม 4

ตำแหน่ง	เชื่อมต่อนอก	เชื่อมปลีกละเอิน	เชื่อมจุด	เชื่อมสลัก	เชื่อมตะเข็บ	เชื่อมเปิดหลัง	เชื่อมพอกผิว	เชื่อมมุม	เชื่อมขอบ
ด้านหัวลูกกรง									
ตรงกันข้ามหัวลูกกรง									
สองด้าน									
ไม่ระบุด้าน									
ตำแหน่ง	รื้อบาก								เชื่อมทาบแนว
ด้านหัวลูกกรง									
ตรงกันข้ามหัวลูกกรง									
สองด้าน									
ไม่ระบุด้าน									

รูปที่ 5.6 แสดงสัญลักษณ์แนวเชื่อมที่เส้นอ้างอิง

5.2.4 ส่วนหางของสัญลักษณ์ (Tail)

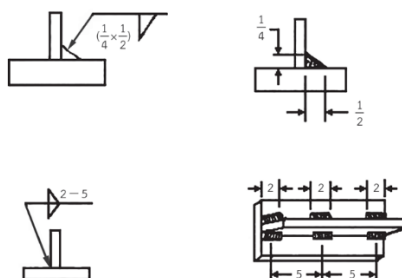
ส่วนหางของสัญลักษณ์จะเขียนเพิ่มเติมขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับการกำหนดกระบวนการเชื่อมหรือกำหนดรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเชื่อมในตำแหน่งนั้น ๆ



รูปที่ 5.7 การกำหนดกระบวนการเชื่อมเพิ่มเติมที่ส่วนหางของกระบวนการเชื่อม

5.2.5 การกำหนดขนาดและข้อมูลอื่น ๆ (Dimension and Other Data)

การกำหนดขนาดและข้อมูลอื่น ๆ จะใช้ในการกำหนดขนาดและข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับแนวเชื่อม เช่น ขนาดความยาวแนวเชื่อม ระยะห่างระหว่างแนวเชื่อม เป็นต้น



รูปที่ 5.8 แสดงการกำหนด ขนาด ความยาว และระยะห่างแนวเชื่อม

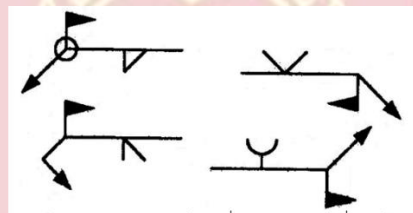
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	หน่วยที่ 5
		สอนครั้งที่ 9-10
		ชั่วโมงรวม 4

5.2.6 สัญลักษณ์ระบุรายละเอียดเพิ่มเติม (Supplementary Symbols)

สัญลักษณ์ระบุรายละเอียดเพิ่มเติมเป็นสิ่งที่ใช้กำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินการเชื่อมเพื่อให้แนวเชื่อมมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งประกอบด้วย สัญลักษณ์การเชื่อมรอบชิ้นงาน สัญลักษณ์การเชื่อมหน้างาน สัญลักษณ์การเชื่อมปิดด้านหลัง สัญลักษณ์การเชื่อมหลอมทะลุ สัญลักษณ์การเชื่อมโดยใช้แผ่นปิดกันรอยต่อและสัญลักษณ์กำหนดรูปร่างแนวเชื่อม

เชื่อมรอบ	การเชื่อมหน้างาน	เชื่อมหลอมทะลุ	เชื่อมโดยแทรกวัสดุเสริม	เชื่อมปิดหลังเชื่อมโดยใช้แผ่นกัน	กรรมวิธีตกแต่งผิว		
					ผิวเรียบ	ผิวโค้งนูน	ผิวโค้งเว้า
							

รูปที่ 5.9 แสดงสัญลักษณ์ระบุรายละเอียดเพิ่มเติม

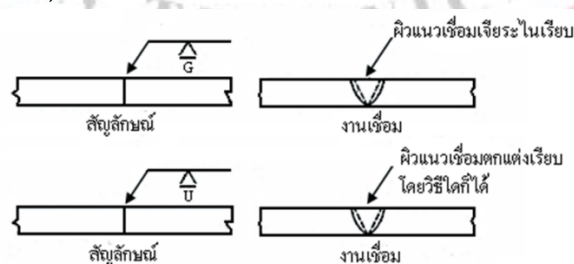


รูปที่ 5.10 วิธีการกำหนดสัญลักษณ์แนวเชื่อมรอบและการเชื่อมหน้างาน

5.2.7 สัญลักษณ์การตกแต่งผิวงานเชื่อม (Finish Symbols)

ใช้กำหนดวิธีการตกแต่งผิวสำเร็จของแนวเชื่อม ซึ่งจะใช้ตัวอักษรเป็นสัญลักษณ์ ดังนี้

- C = การสกัด (Chipping)
- G = การเจียรระไน (Grinding)
- H = การใช้ค้อนเคาะ (Hammering)
- M = การใช้เครื่องจักรกล (Machining)
- R = การรีด (Rolling)
- U = ไม่ระบุ (Unspecified)

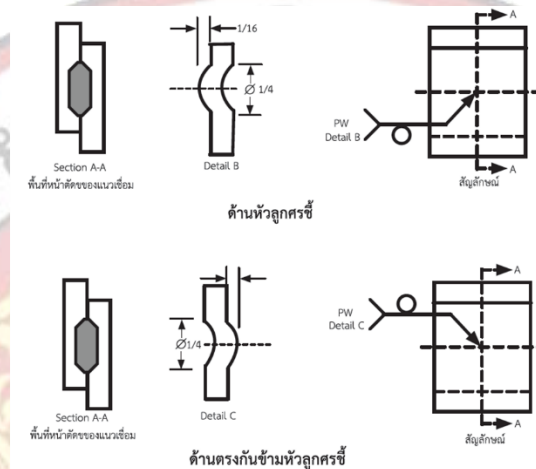


รูปที่ 5.11 แสดงการกำหนดวิธีตกแต่งผิวงานเชื่อม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	หน่วยที่ 5
		สอนครั้งที่ 9-10
		ชั่วโมงรวม 4

5.2.8 ส่วนที่ระบุกระบวนการเชื่อมหรือข้ออ้างอิงอื่น (Specification Process or Other Reference)

ระบุกระบวนการเชื่อมหรือข้ออ้างอิงอื่นเป็นส่วนที่ใช้กำหนดกระบวนการเชื่อมหรือข้อกำหนดอ้างอิงอื่น ๆ ลงในสัญลักษณ์ โดยให้เขียนอักษรย่อของกระบวนการเชื่อมหรือข้ออ้างอิงต่าง ๆ ไว้ที่ส่วนหางของสัญลักษณ์

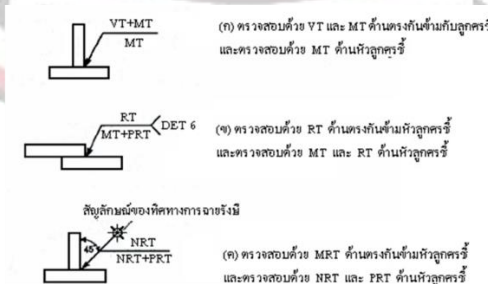


รูปที่ 5.12 แสดงการกำหนดกระบวนการเชื่อมและข้ออ้างอิงอื่น ๆ ในสัญลักษณ์การเชื่อม

5.3 การกำหนดสัญลักษณ์ของแนวเชื่อมแต่ละประเภท

5.3.1 การกำหนดสัญลักษณ์การตรวจสอบแบบไม่ทำลายสภาพชิ้นงาน (Nondestructive Examination : NDE)

การกำหนดสัญลักษณ์การตรวจสอบแบบไม่ทำลายสภาพชิ้นงานเป็นการระบุกรรมวิธีการตรวจสอบแนวเชื่อมก่อนหรือหลังการเชื่อม ซึ่งการกำหนดกรรมวิธีการตรวจสอบนี้จะเขียนสัญลักษณ์ของการตรวจสอบไว้ที่เส้นอ้างอิงอีกเส้นหนึ่ง ที่มีลักษณะคล้ายกับการเขียนเส้นอ้างอิงหลาย ๆ เส้นนั่นเอง การกำหนดสัญลักษณ์การตรวจสอบแบบไม่ทำลายสภาพชิ้นงานเป็นการระบุกรรมวิธีการตรวจสอบแนวเชื่อมก่อนหรือหลังการเชื่อม ซึ่งการกำหนดกรรมวิธีการตรวจสอบนี้จะเขียนสัญลักษณ์ของการตรวจสอบไว้ที่เส้นอ้างอิงอีกเส้นหนึ่ง ที่มีลักษณะคล้ายกับการเขียนเส้นอ้างอิงหลาย ๆ เส้นนั่นเอง



รูปที่ 5.13 แสดงการกำหนดสัญลักษณ์ของวิธีการตรวจสอบแนวเชื่อมแบบไม่ทำลายสภาพ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	หน่วยที่ 5
		สอนครั้งที่ 9-10
		ชั่วโมงรวม 4

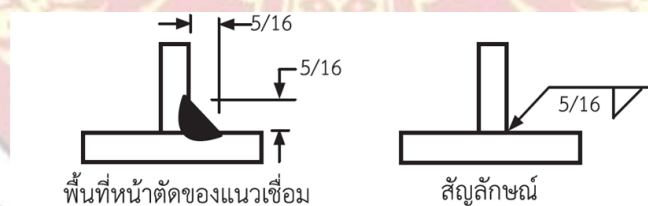
ตารางที่ 5.3 แสดงสัญลักษณ์การตรวจสอบแนวเชื่อมพื้นฐาน

ชนิดของการตรวจสอบ	สัญลักษณ์
วิธีแพร่เสียงสะท้อน	AET
กระแสเหนี่ยวนำ (Eddy Current)	ET
การตรวจจูดรั่วซึม (Leak)	LT
การตรวจสอบด้วยอนุภาคแม่เหล็ก	MT
การตรวจสอบด้วยสารแทรกซึม (Penetrant)	PT
การตรวจสอบด้วยสายตา (Visual)	VT
การตรวจสอบด้วยคลื่นความถี่สูง (Ultrasonic)	UT
การตรวจสอบด้วยรังสีนิวตรอน	NRT
การตรวจสอบด้วยการพิสูจน์ทราบ	PRT

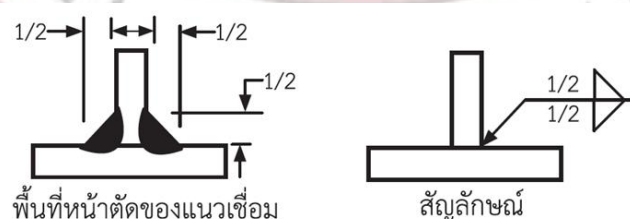
5.3.2 การกำหนดสัญลักษณ์ของแนวเชื่อมฉาก (Fillet) หรือแนวเชื่อมต่อฉาก (Fillet Weld)

แนวเชื่อมฉากหรือแนวเชื่อมต่อฉาก เป็นแนวเชื่อมที่มีรูปร่างพื้นที่หน้าตัดของโลหะเต็มหลังจากการเชื่อม เป็นรูปร่างคล้ายสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยรอยต่อของชิ้นงานจะเป็นแบบรอยต่อเกย รอยต่อตัวทีหรือรอยต่อมุม การกำหนดขนาดของแนวเชื่อมต่อฉาก

1. ให้เขียนขนาดของแนวเชื่อมไว้กับสัญลักษณ์เชื่อมที่เส้นอ้างอิง โดยกำหนดตัวเลขไว้ที่ด้านซ้ายของสัญลักษณ์แนวเชื่อม



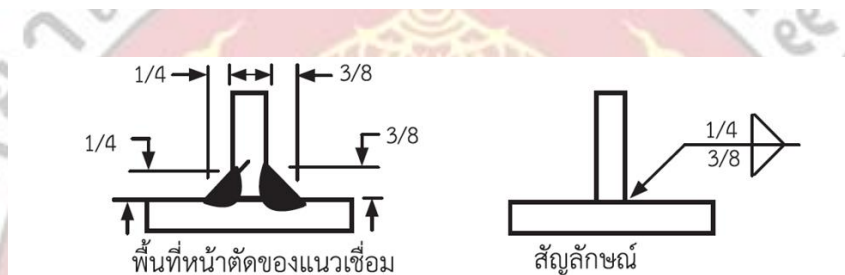
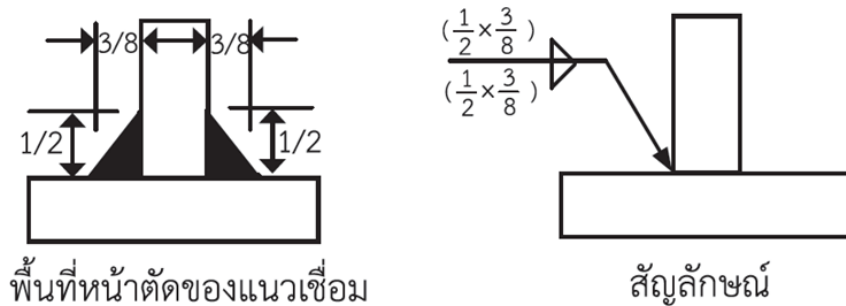
รูปที่ 5.14 แสดงขนาดความกว้างของแนวเชื่อมฉากด้านเดียว



รูปที่ 5.15 แสดงขนาดความกว้างของแนวเชื่อมฉากสองด้าน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	หน่วยที่ 5
	รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1	สอนครั้งที่ 9-10
	โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	ชั่วโมงรวม 4

2. ในกรณีความกว้างของแนวเชื่อมมีขนาดไม่เท่ากันให้กำหนดขนาดของแนวเชื่อมทั้งสองไว้ทางด้านซ้ายของสัญลักษณ์และใช้เครื่องหมาย X ระหว่างขนาดของแนวเชื่อมทั้งสอง



รูปที่ 5.16 แสดงขนาดความกว้างของแนวเชื่อมฉากที่มีขนาดไม่เท่ากัน

3. การกำหนดความยาวของแนวเชื่อม (Weld Length) ให้กำหนดตัวเลขไว้ทางด้านขวาของสัญลักษณ์



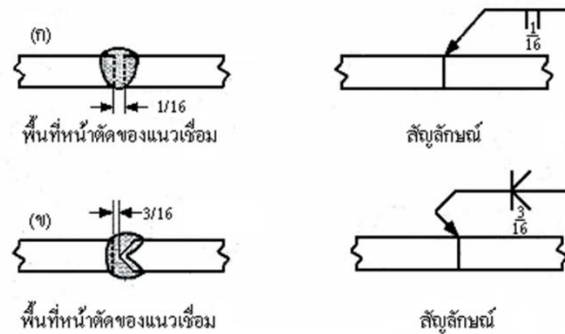
5.3.3 การกำหนดสัญลักษณ์ของแนวเชื่อมบากร่อง (Groove Weld)

แนวเชื่อมบากร่องเป็นแนวเชื่อมที่กระทำบนขอบต่อระหว่างชิ้นงาน แนวเชื่อมชนิดนี้ต้องมีการเตรียมขอบของชิ้นงานตามชนิดของร่องบากนั้น ๆ ชนิดของรอยต่อชนแบ่งออกได้ ดังนี้

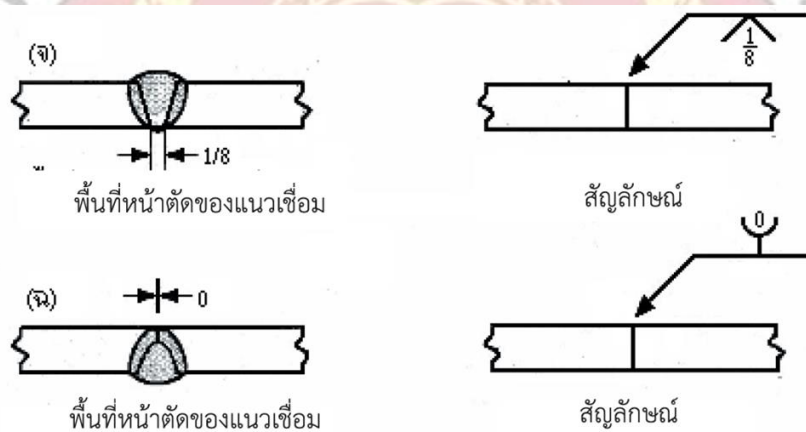
1. ต่อชนไม่บากหน้างาน
2. บากร่องวี
3. บากร่องยู
4. บากร่องเจ
5. ขอบโค้ง (ด้านเดียวและสองด้าน)
6. เชื่อมทาบแนว

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	หน่วยที่ 5
		สอนครั้งที่ 9-10
		ชั่วโมงรวม 4

1. การกำหนดขนาดช่องห่างของรอยต่อ (Root Opening) ให้เขียนตัวเลขไว้ด้านในของสัญลักษณ์การบากร่อง

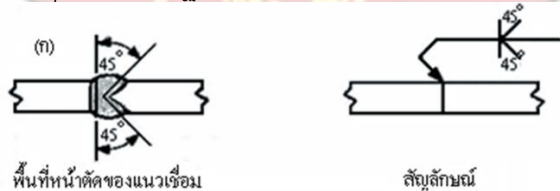


รูปที่ 5.22 แสดงตัวอย่างการกำหนดขนาดของช่องห่างรอยต่อ



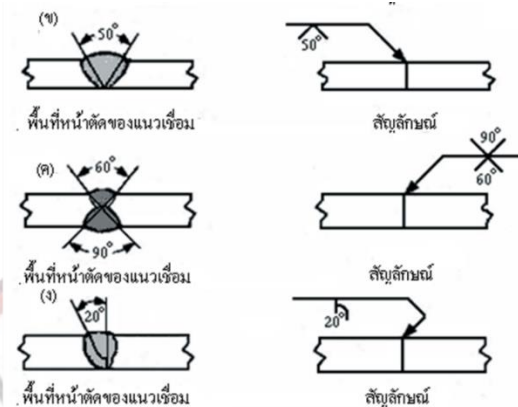
รูปที่ 5.22 (ต่อ) แสดงตัวอย่างการกำหนดขนาดของช่องห่างรอยต่อ

2. การกำหนดขนาดมุมเอียงของร่องบาก (Groove Angle) ให้เขียนไว้ด้านบนของสัญลักษณ์ แต่ถ้าไม่กำหนดมุมไว้หมายความว่าให้ใช้ค่ามุมตามมาตรฐานของการเตรียมงานร่องบาก



รูปที่ 5.23 แสดงตัวอย่างการกำหนดมุมเอียงของร่องบากในสัญลักษณ์งานเชื่อม

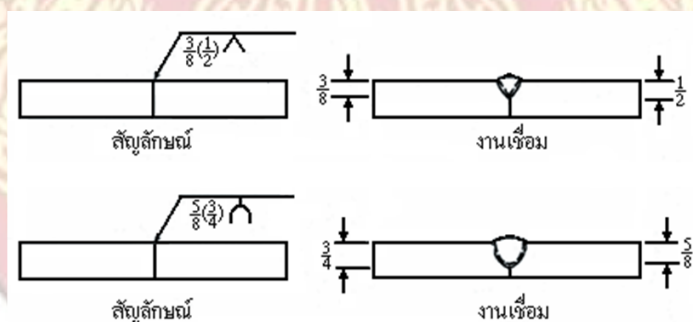
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	หน่วยที่ 5
		สอนครั้งที่ 9-10
		ชั่วโมงรวม 4



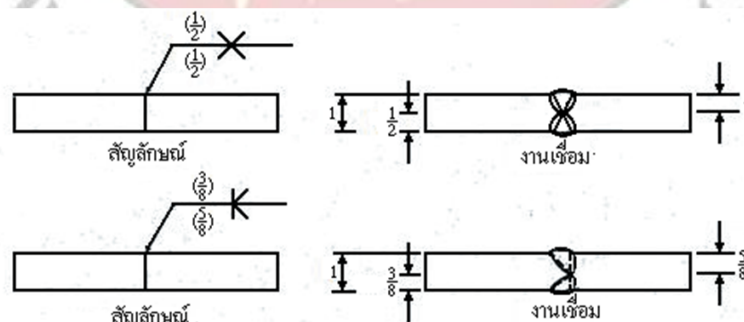
รูปที่ 5.23 (ต่อ) แสดงตัวอย่างการกำหนดมุมเอียงของร่องบากในสัญลักษณ์งานเชื่อม

3. การกำหนดขนาดของร่องบากและความลึกของแนวเชื่อม (Groove Weld Size and Weld Size) ให้เขียนไว้ด้านซ้ายของสัญลักษณ์งานเชื่อม ถ้าไม่ระบุไว้ในสัญลักษณ์ ในกรณีที่เป็นบากร่องด้านเดียว (Single Groove) หมายความว่า ขนาดของแนวเชื่อมเท่ากับความหนาของชิ้นงานและถ้าในกรณีที่เป็นบากร่องสองด้าน (Double-Groove) หมายความว่า ขนาดของร่องบากแต่ละด้านจะเท่ากับครึ่งหนึ่งของความหนาชิ้นงาน

ส่วนการกำหนดขนาดความลึกของแนวเชื่อม ให้เขียนไว้ในวงเล็บด้านขวาของขนาดความลึกร่องบาก แต่ถ้าไม่กำหนดไว้หมายความว่า ความลึกแนวเชื่อมเท่ากับความหนางาน



รูปที่ 5.24 แสดงการกำหนดขนาด ความลึกของร่องบาก

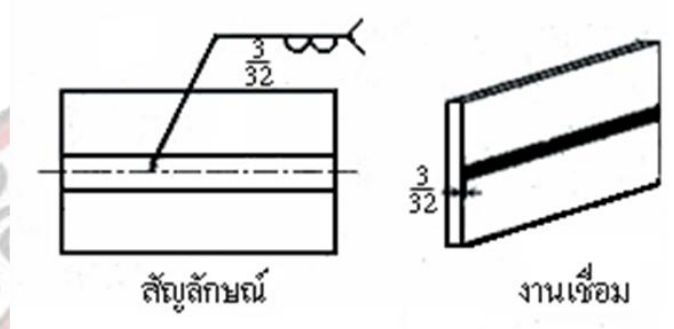


รูปที่ 5.25 แสดงการกำหนดขนาดความลึกของแนวเชื่อม

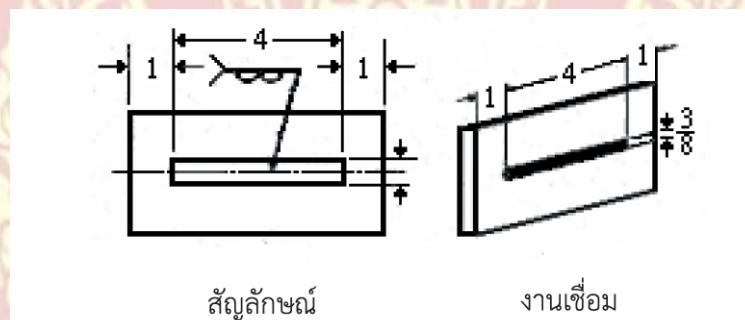
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	หน่วยที่ 5
	รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1	สอนครั้งที่ 9-10
	โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	ชั่วโมงรวม 4

5.3.4 การกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อมพอกผิว (Surfacing Welds)

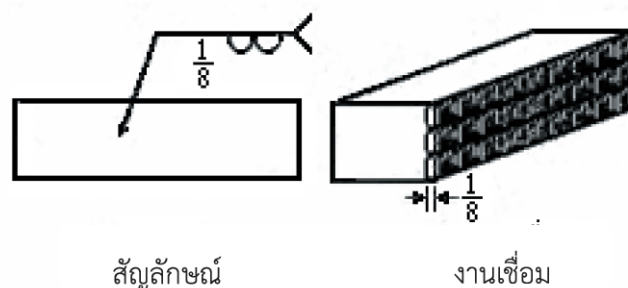
การกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อมพอกผิวเป็นการเพิ่มความหนาหรือความโตของชิ้นงาน ซึ่งอาจจะมีแนวเชื่อมแนวเดียวหรือหลายแนว การเขียนสัญลักษณ์ไม่ต้องระบุด้านโดยให้เขียนไว้ด้านล่างเส้นอ้างอิงส่วนการกำหนดขนาดของแนวเชื่อมจะระบุเฉพาะความสูงของแนวเชื่อมเท่านั้นและเขียนไว้ด้านซ้ายของสัญลักษณ์



(ก) สัญลักษณ์ระบุขนาดความสูงต่ำสุด รอยเชื่อมพอก



(ข) สัญลักษณ์ระบุความกว้างและความยาวแนวเชื่อมพอก

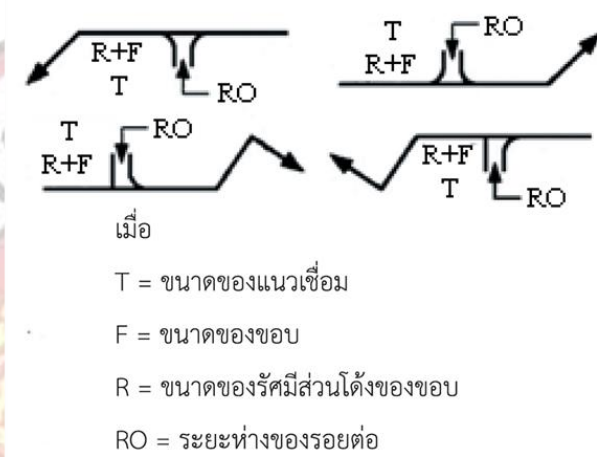


(ค) สัญลักษณ์แสดงความสูงของการเชื่อมพอกผิวทั้งหน้า

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	หน่วยที่ 5
		สอนครั้งที่ 9-10
		ชั่วโมงรวม 4

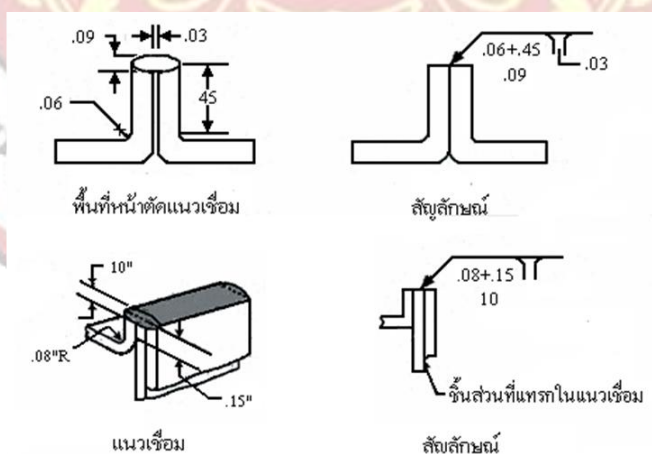
5.3.5 การกำหนดสัญลักษณ์แนวเชื่อมขอบ (Flange Weld)

แนวเชื่อมขอบเป็นการต่อชิ้นงานซึ่งส่วนมากจะเป็นแผ่นบางเข้าด้วยกัน มีทั้งแบบเชื่อมที่ขอบ (Edge-flange) และเชื่อมที่มุม (Corner-flange) การกำหนดสัญลักษณ์และขนาดของแนวเชื่อมขอบจะประกอบด้วย รัศมีความสูงของแนวเชื่อม ความหนาของแนวเชื่อมและระยะห่างของขอบรอยต่อ



รูปที่ 5.28 แสดงการกำหนดขนาด และตำแหน่งสัญลักษณ์ของแนวเชื่อมขอบ

การกำหนดขนาดแนวเชื่อมขอบ ให้ระบุขนาดของรัศมีส่วนโค้งของขอบพับและความสูงของแนวเชื่อมไว้ด้านซ้ายของสัญลักษณ์โดยคั่นด้วยเครื่องหมายบวก ส่วนความหนาของแนวเชื่อมขอบให้ระบุไว้ด้านล่างหรือด้านบนของรัศมีส่วนโค้งกับความสูงของแนวเชื่อม สำหรับระยะห่างของขอบรอยต่อให้เขียนไว้ด้านล่างหรือด้านบนของสัญลักษณ์แนวเชื่อมขอบ



รูปที่ 5.29 ตัวอย่างการกำหนดขนาดของแนวเชื่อมขอบในสัญลักษณ์งานเชื่อม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	หน่วยที่ 5
		สอนครั้งที่ 9-10
		ชั่วโมงรวม 4

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 5

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์งานเชื่อมประกอบด้วยส่วนประกอบหลักกี่ส่วน อะไรบ้าง

.....

.....

.....

2. เส้นฐานหรือ เส้นอ้างอิง (Reference Line) มีลักษณะเส้นเป็นอย่างไร มีกี่ด้าน อะไรบ้าง

.....

.....

.....

3. จงอธิบายการกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อมพอกผิวมาโดยละเอียด

.....

.....

.....

4. จงอธิบายการกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อมขอบมาโดยละเอียด

.....

.....

.....

5. จงอธิบายการกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อมปลั๊ก (Plug) มาโดยละเอียด

.....

.....

.....

.....

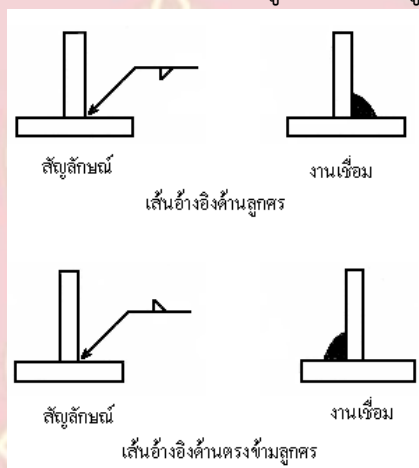
.....

.....

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	หน่วยที่ 5
		สอนครั้งที่ 9-10
		ชั่วโมงรวม 4

ใบเฉลยแบบฝึกหัดโมดูลที่ 5

1. 1. สัญลักษณ์งานเชื่อมประกอบด้วยส่วนประกอบหลักกี่ส่วน อะไรบ้าง
3 ส่วน 1 ลูกศร 2 เส้นฐาน หรือ เส้นอ้างอิง 3 หาง
2. 2. เส้นฐานหรือ เส้นอ้างอิง (Reference Line) มีลักษณะเส้นเป็นอย่างไร มีกี่ด้าน อะไรบ้าง
เส้นฐานหรือเส้นอ้างอิง (Reference Line) จะเขียนในแนวนอนและลากให้ต่อจากเส้นขึ้นน้ำของลูกศร ส่วนของเส้นอ้างอิงจะใช้ในการระบุรายละเอียดกับชนิดของรอยต่อ ซึ่งวิธีการกำหนดเส้นอ้างอิงจะแบ่งเป็น 2 ด้าน คือด้านลูกศร (Arrow Side) และด้านที่อยู่ตรงข้ามกับลูกศร (Other Side)



3. จงอธิบายการกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อมพอกผิวมาโดยละเอียด
เป็นการเพิ่มความหนาหรือความโตของชิ้นงาน ซึ่งอาจจะมีแนวเชื่อมแนวเดียวหรือหลายแนว การเขียนสัญลักษณ์ไม่ต้องระบุด้านโดยให้เขียนไว้ด้านล่างเส้นอ้างอิง ส่วนการกำหนดขนาดของแนวเชื่อมจะระบุเฉพาะความสูงของแนวเชื่อมเท่านั้นและเขียนไว้ด้านซ้ายของสัญลักษณ์
4. จงอธิบายการกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อมขอบมาโดยละเอียด
แนวเชื่อมขอบเป็นการต่อชิ้นงานซึ่งส่วนมากจะเป็นแผ่นบางเข้าด้วยกัน มีทั้งแบบเชื่อมที่ขอบ (Edge-flange) และเชื่อมที่มุม (Corner-flange) การกำหนดสัญลักษณ์และขนาดของแนวเชื่อมขอบจะประกอบด้วย รัศมี ความสูงของแนวเชื่อม ความหนาของแนวเชื่อมและระยะห่างของขอบรอยต่อ
5. จงอธิบายการกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อมปลั๊ก (Plug) มาโดยละเอียด
แนวเชื่อมปลั๊ก คือแนวเชื่อมรูปร่างหน้าตัดของแนวเชื่อมเป็นรูปกลม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	หน่วยที่ 5
		สอนครั้งที่ 9-10
		ชั่วโมงรวม 4

ใบปฏิบัติงานโมดูลที่ 5

เรื่อง สัญลักษณ์งานเชื่อม

ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 3 – 4 คน ศึกษาและค้นคว้า นำเสนอข้อมูลที่ได้ศึกษาและค้นคว้า เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในห้องเรียน

1. ให้นักเรียนนำเสนอผลการวิเคราะห์แบบงานเชื่อมของแต่ละกลุ่ม



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	หน่วยที่ 5
		สอนครั้งที่ 9-10
		ชั่วโมงรวม 4

แบบทดสอบหลังเรียนโมดูลที่ 5

คำชี้แจง : 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ
2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

- สัญลักษณ์งานเชื่อมประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ
 - ลูกศร เส้นชี้ นำ หาง
 - ลูกศร เส้นฐาน หาง
 - ลูกศร เส้นชี้ นำ เส้นไขปลา
 - ลูกศร เส้นอ้างอิง เส้นไขปลา
- กรรมวิธีการเชื่อมจะวางไว้ที่ส่วนใดของสัญลักษณ์
 - ส่วนหางสัญลักษณ์
 - ส่วนหัวลูกศร
 - บนเส้นอ้างอิง
 - ใต้เส้นอ้างอิง
- การกำหนดขนาดของแนวเชื่อมฉาก เขียนไว้บริเวณใดของสัญลักษณ์
 - ที่หาง กำหนดตัวเลขไว้ด้านซ้ายของสัญลักษณ์
 - ที่หาง กำหนดตัวเลขไว้ด้านขวาของสัญลักษณ์
 - ที่เส้นอ้างอิง กำหนดตัวเลขไว้ด้านขวาของสัญลักษณ์
 - ที่เส้นอ้างอิง กำหนดตัวเลขไว้ด้านซ้ายของสัญลักษณ์
- สัญลักษณ์แนวเชื่อมพื้นฐาน หมายถึง การเชื่อมลักษณะใด
 - รอยเชื่อมฉาก (Fillet)
 - เชื่อมพอกผิว
 - เชื่อมต่อชน
 - เชื่อมต่อชนปากวีด้านเดียว
- การกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อมพอกผิวขนาดของแนวเชื่อมกำหนดเฉพาะรายละเอียดในข้อใด
 - ความสูงแนวเชื่อม
 - ความกว้างของแนวเชื่อม
 - จำนวนแนวเชื่อมที่จะต้องเชื่อม
 - ความสูงและความกว้าง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	หน่วยที่ 5
		สอนครั้งที่ 9-10
		ชั่วโมงรวม 4

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลที่ 5

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				



คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน
สรุปผล () ผ่านเกณฑ์
() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ
(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 5 : สัญลักษณ์งานเชื่อม	หน่วยที่ 5
		สอนครั้งที่ 9-10
		ชั่วโมงรวม 4

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลที่ 5

ข้อที่	คำตอบ
1.	ข
2.	ก
3.	ง
4.	ง
5.	ง



หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567

รายวิชา มาตรฐานงานเชื่อม 1 รหัสวิชา 30103-2003

บทเรียนโมดูลที่ 6

เรื่อง มาตรฐานลวดเชื่อมและเครื่องเชื่อม

โดย

นางสาวเบญจวรรณ สักขานาคินทร์

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1
โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ

หน่วยที่ 6

สอนครั้งที่ 11-12

ชั่วโมงรวม 4

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ	หน่วยที่ 6
		สอนครั้งที่ 11-12
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 6

คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

ก่อนที่จะเริ่มต้นศึกษาวิชามาตรฐานงานเชื่อม 1 นี้ ควรจะศึกษารายละเอียดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชา มาตรฐานงานเชื่อม 1 เพื่อจะได้มีแนวคิดเกี่ยวกับมาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ และเป็นการเตรียมพร้อมที่จะศึกษาวิชานี้

ส่วนประกอบบทเรียนโมดูลประกอบด้วย

1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบกระดาษคำตอบ
2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ใบจุดประสงค์
4. ใบความรู้
5. ใบแบบฝึกหัด
6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด
7. ใบปฏิบัติงาน
8. ใบแบบทดสอบหลังเรียนและใบกระดาษคำตอบ
9. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ	หน่วยที่ 6
		สอนครั้งที่ 11-12
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 6

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
3. ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
4. บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ	หน่วยที่ 6
		สอนครั้งที่ 11-12
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 6

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล (ต่อ)

- เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน
- ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง
- เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
- ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
- ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมทบทวนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ	หน่วยที่ 6
		สอนครั้งที่ 11-12
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 6

หลักการและเหตุผล (Prospectus)

ก่อนที่จะเริ่มต้นศึกษาวิชามาตรฐานงานเชื่อม 1 นี้ ควรจะศึกษารายละเอียดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชา มาตรฐานงานเชื่อม 1 เสียก่อน เพื่อจะได้มีแนวคิดเกี่ยวกับวิชามาตรฐานงานเชื่อม 1 และเป็นการเตรียมพร้อม ที่จะศึกษาวิชานี้ รวมทั้งแนวทางการศึกษาต่อ ซึ่งเนื้อหาที่จะนำมาศึกษาในโมดูลนี้ จะมีเนื้อหาเกี่ยวกับ มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ

จุดมุ่งหมาย (Objective)

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในเรื่องมาตรฐานวัสดุที่ใช้ ในการเชื่อมโลหะ

ความรู้พื้นฐาน (Prerequisites)

ในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้ให้ผลดีนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานด้านมาตรฐานวัสดุที่ใช้ใน การเชื่อมโลหะ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ	หน่วยที่ 6
		สอนครั้งที่ 11-12
		ชั่วโมงรวม 4

แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลที่ 6

- คำชี้แจง :** 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ
2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

1. มาตรฐานใดที่กำหนดข้อกำหนดสำหรับลวดเชื่อมเหล็กคาร์บอนที่ใช้ในการเชื่อมแบบ SMAW

ก) AWS A5.20

ข) AWS A5.1

ค) IEC 60974-1

ง) DIN 8569

2. มาตรฐาน มอก. 448-2525 กำหนดคุณสมบัติสำหรับอะไร

ก) ลวดเชื่อมเหล็กคาร์บอน

ข) สายเชื่อมไฟฟ้า

ค) คีมจับลวดเชื่อม

ง) เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

3. มาตรฐานใดกำหนดข้อกำหนดทางเทคนิคสำหรับคีมจับลวดเชื่อม

ก) AWS A5.1

ข) AWS A5.20

ค) IEC 60974-1

ง) DIN 8569

4. มาตรฐานใดที่กำหนดข้อกำหนดความปลอดภัยสำหรับแหล่งจ่ายไฟของเครื่องเชื่อมอาร์ค

ก) AWS A5.1

ข) AWS A5.20

ค) IEC 60974-1

ง) DIN 8569

5. มาตรฐานใดที่ใช้กำหนดข้อกำหนดและการทดสอบเครื่องเชื่อมไฟฟ้าในประเทศไทย

ก) AWS A5.1

ข) AWS A5.20

ค) IEC 60974-1

ง) มอก. 1224

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ	หน่วยที่ 6
		สอนครั้งที่ 11-12
		ชั่วโมงรวม 4

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลที่ 6

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				



คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน
 สรุปผล () ผ่านเกณฑ์
 () ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ
 (.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ	หน่วยที่ 6
		สอนครั้งที่ 11-12
		ชั่วโมงรวม 4

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลที่ 6

ข้อที่	คำตอบ
1.	ข
2.	ข
3.	ง
4.	ค
5.	ง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ	หน่วยที่ 6
		สอนครั้งที่ 11-12
		ชั่วโมงรวม 4

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายมาตรฐานลวดเชื่อมและรหัสลวดเชื่อมได้อย่างถูกต้อง
2. เลือกใช้ลวดเชื่อมที่เหมาะสมกับงานตามมาตรฐานได้
3. อธิบายมาตรฐานเครื่องเชื่อมและสายเชื่อมได้อย่างถูกต้อง



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ	หน่วยที่ 6
		สอนครั้งที่ 11-12
		ชั่วโมงรวม 4

ใบความรู้

หน่วยที่ 6 มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ

6.1 ประเภทคุณสมบัติของโลหะ

โลหะแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่แตกต่างกัน เช่น ความยืดหยุ่น ความหนาแน่น จุดหลอมตัว ความแข็งและอื่น ๆ สมบัติที่สำคัญของวัสดุแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ คือ

1. สมบัติทางฟิสิกส์ ได้แก่ การขยายตัว จุดเดือด การนำความร้อน เป็นต้น
2. สมบัติทางกล ได้แก่ ความแข็ง ความเปราะ ความเหนียว เป็นต้น

ซึ่งสมบัติของโลหะทั้ง 2 ประเภทสามารถที่จะบอกถึงการนำโลหะไปใช้และความสามารถในการเชื่อมของโลหะด้วย

6.1.1 สมบัติทางฟิสิกส์ของโลหะ

1. **การขยายตัว (Expansion)** คือ ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวตามแนวยาวของโลหะ วัดจากขนาดความยาวที่เพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของโลหะเพิ่มขึ้น ความยาวของโลหะที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการขยายตัวซึ่งเราเรียกว่า สัมประสิทธิ์การขยายตัวตามแนวยาว (**Linear Expansion**) แสดงด้วยการขยายตัวแนวยาวต่อหน่วยความยาว สำหรับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 1 องศา สัมประสิทธิ์การขยายตัวตามแนวยาวของโลหะต่างชนิดกันมีค่าไม่เท่ากัน เช่น อะลูมิเนียมมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวตามแนวยาวสูงมากคือประมาณ 2 เท่าของเหล็กกล้าที่อุณหภูมิเท่ากัน ซึ่งสัมประสิทธิ์การขยายตัวตามแนวยาวเป็นสิ่งสำคัญมากต่อการเชื่อมโลหะโดยเฉพาะในการควบคุมการบิดงอ การจับยึดชิ้นงานและในการเชื่อมโลหะต่างชนิดเข้าด้วยกัน

2. **จุดหลอมเหลว (Melting Point)** มีความสำคัญต่องานเชื่อมเป็นอย่างมากจุดหลอมเหลวจะสัมพันธ์กับการหลอมตัวซึ่งอุณหภูมิที่หลอมเหลว คืออุณหภูมิที่โลหะเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวโลหะที่มีจุดหลอมตัวต่ำสามารถเชื่อมได้ด้วยอุณหภูมิต่ำ

3. **จุดเดือด (Boiling Point)** คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนโลหะจากสภาพของเหลวกลายเป็นไอเป็นจุดที่สำคัญสำหรับงานเชื่อมซึ่งโลหะบางชนิดเมื่อนำไปเชื่อมอาร์กความร้อนจากการอาร์กจะทำให้โลหะกลายเป็นไอ

4. **การนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity)** คือความสามารถของโลหะที่เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้า การนำไฟฟ้าจะตรงข้ามกับความต้านทานไฟฟ้า ค่าความนำไฟฟ้าของโลหะนำไปใช้กับการเชื่อมแบบความต้านทาน

5. **ความร้อนจำเพาะ (Specific Heat)** คือปริมาณความร้อนที่ทำให้โลหะปริมาณหนึ่งมีความร้อนเพิ่มขึ้น ความร้อนจำเพาะเป็นสิ่งสำคัญสำหรับช่างเชื่อมซึ่งจะทำให้รู้ถึงปริมาณความร้อนที่ทำให้โลหะหลอมเหลว

6. **การนำความร้อน (Thermal Conductivity)** คือความสามารถของโลหะที่ยอมให้ความร้อนผ่านซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในงานเชื่อม เมื่อโลหะชนิดหนึ่งนำความร้อนออกจากบริเวณเชื่อมเร็วกว่าโลหะอีกชนิดหนึ่ง แสดงว่าโลหะที่นำความร้อนออกจากบริเวณเชื่อมเร็วเป็นโลหะที่เป็นตัวนำที่ดี การเชื่อมโลหะที่เป็นตัวนำที่ดีจะต้องให้ความร้อนก่อนเชื่อม (**Preheat**) หรือให้ปริมาณความร้อนมากขึ้น การนำความร้อนของโลหะโดยทั่วไปทองแดงมีค่าการนำความร้อนสูงสุด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ	หน่วยที่ 6
		สอนครั้งที่ 11-12
		ชั่วโมงรวม 4

7. ความหนาแน่น (Density) ความหนาแน่นของโลหะเป็นความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับปริมาตรซึ่งมีหน่วยเป็นปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุตหรือปอนด์ต่อลูกบาศก์นิ้ว

6.1.2 สมบัติทางกลของวัสดุ (Mechanical Properties)

สมบัติทางกลของวัสดุ หมายถึงสมบัติของวัสดุที่สามารถตอบสนองต่อแรงภายนอกที่มากระทำในลักษณะต่างๆ ซึ่งอาจเรียกว่า ความแข็งแรงของวัสดุ (Strength of Material) ก็ได้ดังนั้น

ความแข็งแรง (Strength) หมายถึง ความสามารถในการรับแรงของวัสดุในลักษณะต่าง ๆ โดยไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปทรงหรือแตกหัก ความแข็งแรงของวัสดุนั้นเราจะพิจารณาจากสมบัติทางกล 3 ชนิด คือ

1. ความสามารถในการต้านทานต่อแรงดึง (Tensile Strength) หมายถึง ความสามารถของวัสดุที่จะทนต่อค่าความเค้นแรงดึงสูงสุดก่อนวัสดุนั้นจะขาดออกจากกัน

2. ความสามารถต้านทานต่อแรงอัด (Compressive Strength) หมายถึง ความสามารถที่จะทนต่อค่าความเค้นแรงอัดสูงสุดก่อนวัสดุนั้นจะเกิดการแตกหักเสียหาย

3. ความสามารถต้านทานต่อแรงเฉือน (Shearing Strength) หมายถึงความสามารถของวัสดุที่จะทนต่อค่าความเค้นแรงเฉือนสูงสุดของแต่ละประเภทก่อนที่วัสดุนั้นจะเสียรูปไปแรงเฉือนมี 2 ประเภท คือ

(1) แรงเฉือนตรง (Direct Shear)

(2) แรงบิด (Torsion Shear)

4. ความสามารถในการต้านทานต่อแรงดัด (Bending Strength) หมายถึง ความสามารถของวัสดุที่จะทนต่อค่าความเค้นแรงดัดสูงสุดก่อนที่วัสดุนั้นจะเกิดการเปลี่ยนรูป

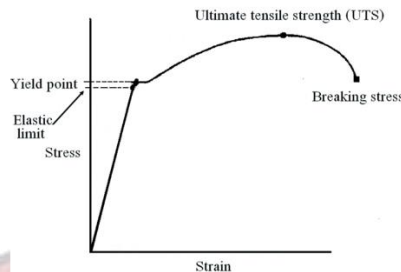
2. ความเหนียว (Toughness) เป็นสมบัติทางกลอีกอย่างหนึ่งที่บ่งบอกถึงความแข็งแรงของวัสดุนั้น ซึ่งหมายถึงความสามารถในการยืดตัวออก การบิดตัวหรือการงอตัวได้โดยไม่เกิดความเสียหาย ความเหนียวสามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

(1) ความสามารถในการอ่อนตัว (Ductility) คือความสามารถของวัสดุในการที่จะดัดบิด แผ่น หรือดึงขึ้นรูปแล้วไม่แตกเสียหาย

(2) ความสามารถในการยืดตัว (Malleability) คือ ความสามารถของวัสดุในการรีดแผ่ตีแผ่ได้ง่ายและไม่แตกหักเสียหาย

(3) ความสามารถในการหยุ่นตัว (Elasticity) คือความสามารถของวัสดุในการที่ยืดตัวและหดกลับคงสภาพเดิมได้เมื่อเอาแรงออก

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ	หน่วยที่ 6
		สอนครั้งที่ 11-12
		ชั่วโมงรวม 4



รูปที่ 6.1 โดอะแกรมความเค้น – ความเครียดแสดงส่วนของความยืดหยุ่นและพลาสติกของเหล็กกล้าคาร์บอน

จากรูป 6.1 ความสามารถในการยืดตัว (Elasticity) คือ จุดสูงสุดที่ให้แรงแกว้วัสดุและเมื่อเอาแรงออกวัสดุจะกลับสู่สภาพเดิม ช่วงของความสามารถในการยืดหยุ่น (Elastic) แรงกระทำหรือความเค้นจะเป็นสัดส่วนแปรผันโดยตรงกับความเครียด (Strain) เส้นกราฟจะเป็นเส้นตรงตำแหน่งที่เลยปลายสุดของเส้นตรงขึ้นไป คือจุดที่วัสดุยืดตัวโดยไม่ต้องเพิ่มแรง(yield point)ในการใช้งานของวัสดุ จะให้ค่าความเผื่อหรือค่าความปลอดภัยต่ำกว่าจุดสุดท้ายที่ความยาววัสดุจะกลับมามีความยาวเท่าเดิม (Elastic Limit) ถ้านำวัสดุไปใช้งานเกินกว่าจุดสุดท้ายที่ความยาววัสดุจะกลับมามีความยาวเท่าเดิมแล้ว จะทำให้วัสดุเปลี่ยนรูปและไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ถึงแม้จะเอาแรงออกก็ตาม จึงทำให้วัสดุเกิดการเปลี่ยนรูปอย่างถาวรสมบัติทางกลทั้ง 3 ประการที่กล่าวมานี้เป็นคุณสมบัติโดยรวมที่แสดงถึงความแข็งแรงของวัสดุนอกจากนี้วัสดุยังมีสมบัติทางกลด้านอื่น ๆ ที่ควรรู้จักอีก เช่น

ความเปราะ (Brittleness) หมายถึง สมบัติของวัสดุที่จะแตกหักได้ง่ายเมื่อได้รับแรงมาก ๆ ซึ่งจะมี ความหมายตรงข้ามกับความเหนียว การที่จะบอกว่าวัสดุชนิดใดเปราะหรือเหนียวนั้นคิดจาก 5 เปอร์เซ็นต์ของการยืดตัว โดยถ้าวัสดุใดที่เปลี่ยนรูปแล้วแตกหักก่อน 5 เปอร์เซ็นต์ความเครียด แสดงว่าวัสดุนั้นเปราะ

การล้าตัว (Fatigue) หมายถึง สมบัติของวัสดุที่เกิดจากการแตกหักหรือขาดออกจากกันโดยถูกแรงกระทำในลักษณะซ้ำ ๆ กันมากบ้างน้อยบ้างสลับกันไป ถึงแม้ว่าแรงกระทำนั้นจะมีค่าต่ำกว่าค่าความแข็งแรงของวัสดุนั้นก็ตาม ซึ่งการที่โลหะได้รับแรงที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอจะทำให้ Grain ของโลหะเคลื่อนที่ไปกลับซ้ำ ๆ กันเกิดเป็นรอยแตกเล็กภายในเนื้อโลหะและจะขยายขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งแตกหัก

6.1.3 เหล็กแผ่นกล้าคาร์บอน

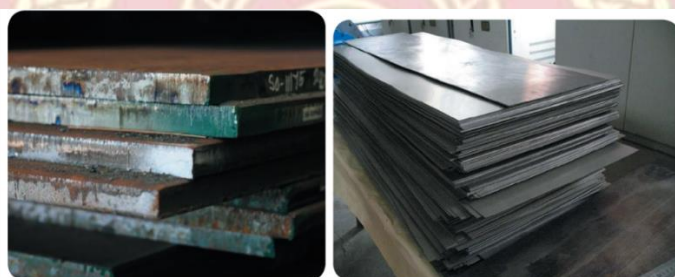
วัสดุที่นิยมนำมาใช้ในการสร้างผลิตภัณฑ์ในภาคอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่จะใช้เหล็กกล้า ซึ่งเหล็กกล้าคาร์บอนจะนำมาใช้ประมาณ 90% และเหล็กกล้าผสมอีก 10% เหล็กกล้าแบ่งออกได้ดังนี้เหล็กแผ่นกล้าที่มีคาร์บอนผสมเป็นธาตุหลัก แบ่งตามลักษณะการใช้งานออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. เหล็กที่ใช้ผลิตชิ้นส่วนต่างๆ โดยไม่ผ่านกระบวนการเชื่อม หรือตีขึ้นรูปร้อน โครงสร้างและสมบัติครั้งสุดท้ายจะเหมือนกับเหล็กที่ส่งมาจากโรงงานผลิต
2. เหล็กที่ใช้ผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ผ่านกระบวนการขึ้นรูปขณะร้อน (ตีขึ้นรูป ปั่นขึ้นรูป) โครงสร้างและสมบัติจะเปลี่ยนไป จึงต้องมีการกำหนดส่วนผสมทางเคมีซึ่งจะบ่งบอกถึงสภาวะการแปรรูปขณะร้อนและสมบัติเชิงกลครั้งสุดท้าย
3. เหล็กที่ประสานโดยวิธีการเชื่อมโลหะ จะต้องทราบส่วนผสมทางเคมี เพราะขณะที่เหล็กโดนความร้อนจากการเชื่อมสมบัติของเหล็กจะเปลี่ยนไป นอกจากนี้ยังต้องรู้สมบัติเชิงกลก่อนที่จะทำการเชื่อมเหล็กกล้าที่สามารถ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ	หน่วยที่ 6
		สอนครั้งที่ 11-12
		ชั่วโมงรวม 4

เพิ่มความแข็งแรงโดยการแปรรูป (Work Hardened Steel) ใช้ในกระบวนการผลิตเส้นลวด ท่อเหล็กไร้ตะเข็บ เป็นต้น ที่ขึ้นรูปโดยการรีด กดอัด หรือดึงขึ้นรูปขณะเย็นการแปรรูปที่ทำให้โลหะมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นนั้น โดยที่เหล็กกล้าชนิดนี้สามารถนำชิ้นงานไปอบอ่อนเพื่อให้เกิดผลึกใหม่ สามารถจัดความแข็งที่เพิ่มขึ้นมาอีกด้วย เหล็กชนิดนี้จำหน่ายได้ทั้งอบอ่อนและไม่อบอ่อนแบ่งออกได้ดังนี้

(1) เหล็กแผ่นหนาและแผ่นบาง (Plate Mills and Hot-Trip Mills) เหล็กแผ่นหนา (Plate Mills) ใช้สำหรับงานโครงสร้างผลิตจากเหล็กที่ร้อนมีปริมาณธาตุคาร์บอนผสมมากกว่าเหล็กแผ่นบางแต่จะมีความแข็งแรงน้อยกว่า เพราะการเย็นตัวของเหล็กแผ่นบางจะเร็วกว่าโดยการใช่สแลบ (Slab) โดยปกติจะมีขนาดความหนา 6 มิลลิเมตรขึ้นไป สำหรับเหล็กแผ่นบางใช้สำหรับงานปั๊มขึ้นรูปต้องใช้เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ เพื่อให้มีอัตราการยืดตัวสูงขึ้นและต้องมีคาร์ไบด์ไม่เกิน 0.08% ผ่านกระบวนการรีดร้อนทำเป็นม้วนโต ๆ แล้วนำมารีดเย็น (Cold Reduction Mills) ให้ได้เหล็กแผ่นบาง ๆ หนา 0.5 มิลลิเมตร แล้วนำไปปรับปรุงความเรียบผิวอีกครั้งเพื่อให้ได้คุณภาพตามที่กำหนดไว้ ดังรูปที่ 6.2



(ก) เหล็กแผ่นหนา

(ข) เหล็กแผ่นบาง

รูปที่ 6.2 ลักษณะเหล็กแผ่นหนาและเหล็กแผ่นบาง

เหล็กแผ่นดำ (Steel Plate) เป็นเหล็กรูปพรรณมีลักษณะทรงแบนทำจากเหล็กแผ่นม้วน คุณภาพสูง ควบคุมกระบวนการผลิตด้วยเครื่องจักรที่ทันสมัยปราศจากเหล็กด้อยคุณภาพเจือปนมีหลายขนาด ตั้งแต่ 4X8 ฟุต ขนาด 5x 10 ฟุต และขนาด 5x 20 ฟุต มีความหนาตั้งแต่ 5-30 มิลลิเมตร โดยมาตรฐานการผลิตจะมีสีเหมือนกัน และมีขนาดเท่ากันตลอดทั้งแผ่น เป็นเหล็กแผ่นรีดร้อน (Hot Rolled) ดังรูปที่ 6.6.6.3



รูปที่ 6.3 ลักษณะเหล็กแผ่นดำ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ	หน่วยที่ 6
		สอนครั้งที่ 11-12
		ชั่วโมงรวม 4

ตารางที่ 6.1 ลักษณะและน้ำหนักเหล็กแผ่นดัด Hot Rolled Steel Plate

ความหนา mm	เหล็กแผ่นดัด (Steel Plate)				
	น้ำหนัก (kg)				
	4' 8'	5' 10'	5' 20'	6' 20'	8' 20'
	(121×2438 mm)	(1,524×3,048mm)	(1,524×6,096mm)	(182×6,096 mm)	2,438×6,096 mm)
1.2	28.03	43.80	87.60	105.12	140.16
1.4	32.70	51.10	102.20	122.64	163.52
1.5	35.04	54.75	109.50	131.40	175.20
1.6	37.38	58.40	116.80	140.16	186.88
1.8	42.02	65.70	131.40	157.68	210.24
2.0	46.72	73.00	146.00	175.20	233.60
2.3	53.73	83.95	167.00	201.48	268.64
2.5	58.40	91.25	182.50	219.00	292.00
2.8	65.41	102.20	204.40	245.28	327.04
3.0	70.08	109.50	219.00	262.80	350.04
3.2	74.75	116.80	233.60	280.00	373.76
3.5	81.76	127.75	255.50	306.60	408.80
4.0	93.44	146.00	292.00	350.40	467.20
4.5	105.12	164.25	328.50	394.20	525.60
5.0	116.80	182.50	365.00	438.00	584.00
5.5	128.48	200.75	401.50	481.80	624.40
6.0	140.16	219.00	438.00	525.60	700.80
7.0	163.52	255.50	511.00	623.20	817.16
8.0	186.88	292.00	584.00	700.80	934.40
9.0	210.24	328.50	657.00	788.40	1,051.20
10.0	233.60	365.00	730.00	876.00	1,168.00
11.0	256.96	401.50	803.00	963.60	1,284.80

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ	หน่วยที่ 6
		สอนครั้งที่ 11-12
		ชั่วโมงรวม 4

(3) เหล็กเส้นแบน (Steel Flat Bars) ผลิตจากเหล็กคุณภาพสูงทำการตัดสลิดให้ได้ขนาดและขนาดความหนาเท่ากันทั้งเส้น เหล็กเส้นแบนชนิดรีร้อนและชนิดตัด เช่นเหล็กเส้นแบนชนิดทำเหล็กตัดคัตหน้าต่าง จะมี ความกว้าง 4 ฟุต เหล็กเส้นแบนชนิดแข็ง 550C (เหล็กหัวแดง) มีทั้งรูปแบบที่ผลิตโดยการรีดเย็นและการรีดร้อน ขึ้นอยู่กับความต้องการในการใช้งาน เช่น งานเชื่อมทำเหล็กตัด งานทำแหวนรถยนต์ เหล็กเส้นแบนที่ดีจะต้องมีความเหนียว ทนต่อแรงยืดและแรงพับได้สูง มีขนาดต่าง ๆ ดังตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 ลักษณะขนาดน้ำหนักของเหล็กเส้นแบน (Steel Flat Bars)

เหล็กเส้นแบน (Steel Flat Bars)								
หน้ากว้าง	น้ำหนัก (kg)/6M							
(mm)	3.0mm	4.5 mm	6.0mm	9.0mm	12.0mm	15.00mm	19.0mm	25.0mm
25	3.53	5.30	7.07	10.30	14.13	17.66	22.37	—
32	4.52	6.78	9.04	13.56	18.09	22.61	28.64	37.86
38	5.37	8.05	10.74	16.11	21.48	26.85	34.01	44.75
50	7.07	10.60	14.13	21.20	28.26	35.33	44.75	58.88
65	9.18	13.78	18.37	27.55	36.74	45.92	58.17	76.54
75	10.60	15.90	21.20	31.79	42.39	52.99	67.12	88.31
100	14.13	21.20	28.26	42.39	56.52	70.65	89.49	117.75

6.1.4 ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า

ในบรรดาโลหะทั้งหมด เหล็กกล้าเป็นโลหะที่นำมาใช้กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งเหล็กกล้าที่นำมาใช้มีมากมายหลายชนิด มีสมบัติและคุณลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันเนื่องจากส่วนผสมของธาตุต่าง เหล็กกล้าส่วนมากสามารถนำมาทำการเชื่อมได้ แต่ความยากง่ายของการเชื่อมและคุณภาพของแนวเชื่อมจะแตกต่างกันเหล็กกล้าที่มีความสามารถในการเชื่อมดีหมายถึงเหล็กกล้านั้นสามารถทำการเชื่อมได้โดยมีข้อจำกัดเพียงเล็กน้อยและแนวเชื่อมยอมรับได้แต่เหล็กกล้าที่มีความสามารถในการเชื่อมไม่ดี หมายถึง การเชื่อมมีข้อจำกัดในกระบวนการเชื่อม การเตรียมรอยต่อและกระบวนการประกอบจะต้องมีการควบคุมอย่างเคร่งครัด ซึ่งบางครั้งอาจเป็นผลให้งานเชื่อมไม่สามารถใช้งานได้ตามที่ต้องการความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้าจะขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนส่วนผสมทางเคมีและสมบัติทางกล ดังนั้นการนำเหล็กกล้าไปใช้งานแต่ละชนิดจึงต้องพิจารณาความสามารถในการเชื่อมให้ดีกว่าก่อน

(1) ฟอสฟอรัส (P) เป็นธาตุที่ทำให้เหล็กกล้ามีความแข็งและแข็งแรงสูงขึ้น ช่วยให้มีความสามารถในการตัดแต่ง ด้านทานการกัดกร่อนของบรรยากาศ ความต้านทานต่อแรงกระแทกจะลดลง แต่พิจารณาในด้านของงานเชื่อมถือว่าฟอสฟอรัสเป็นสารมลทินจึงต้องควบคุมให้ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ ถ้ามีมากกว่าร้อยละ 0.05 จะทำให้แนวเชื่อมเปราะแตกง่ายได้ง่ายทำให้การไหลของน้ำโลหะดีขึ้นแต่ควบคุมได้ยาก

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ	หน่วยที่ 6
		สอนครั้งที่ 11-12
		ชั่วโมงรวม 4

(2) **ซิลเฟอร์ (S)** เป็นธาตุที่ช่วยเพิ่มความสามารถในการตัดแต่งของเหล็กกล้า ลดความต้านทานต่อแรงกระแทกและความสามารถในการเชื่อม เพราะทำให้แนวเชื่อมเกิดความแตกร้าวในขณะร้อน (Hot-Shot) แม้จะมีปริมาณเพียงเล็กน้อยก็ตาม และจะมีโอกาสเกิดขึ้นมากตามปริมาณของซิลเฟอร์ที่สูงขึ้นโดยปกติจะให้มีกำมะถันได้ไม่เกินร้อยละ 0.0355 เหล็กกล้าที่กำมะถันผสมอยู่จะมีความสามารถในการเชื่อมไม่ดีเพราะกำมะถันจะรวมตัวกับเหล็กซึ่งทำให้เกิดรอยแตกร้าวและรอยตำหนิอื่น ๆ ตามบริเวณแนวหลอมเหลว

(3) **ทองแดง (Cu)** เป็นธาตุที่มีคุณสมบัติในการปรับปรุงความต้านทานการกัดกร่อนถ้าทองแดงมีปริมาณไม่เกินร้อยละ 0.05 จะไม่มีผลต่อความสามารถในการเชื่อมแต่ถ้าเป็นเหล็กกล้าที่ต้องผ่านการอบชุบหากมีทองแดงเกินร้อยละ 0.05 จะทำให้สมบัติเชิงกลลดลง

(4) **ซิลิคอน (Si)** เป็นธาตุที่ช่วยลดปริมาณออกซิเจนในเหล็กกล้าซึ่งจะเติมลงไปในขณะที่ทำการผลิต ช่วยเพิ่มความแข็งแรงและความแข็งแกร่ง แต่จะทำให้มีโอกาสดังกล่าวได้ง่าย

(5) **แมงกานีส (Mn)** เป็นธาตุที่ช่วยเพิ่มความสามารถในการชุบแข็ง แต่มีผลน้อยกว่าคาร์บอนถ้ามีปริมาณแมงกานีสน้อยกว่าร้อยละ 0.30 อาจทำให้เกิดตามดและรอยแตกร้าวในแนวเชื่อมและถ้ามีแมงกานีสเกินร้อยละ 0.80 แนวเชื่อมอาจเกิดการแตกร้าวได้ง่ายเช่นกัน ส่วนผสมของแมงกานีสต่อกำมะถันในอัตราส่วน 10 : 1 ทำให้เหล็กกล้ามีความสามารถในการเชื่อมที่ดี

(6) **คาร์บอน (C)** เป็นธาตุสำคัญในการช่วยเพิ่มความแข็งแรงแก่เหล็กกล้า เมื่อมีปริมาณคาร์บอนผสมอยู่สูง เหล็กกล้าจะมีความสามารถในการชุบแข็งและต้านทานต่อแรงดึงสูงแต่ความเหนียวและความสามารถในการเชื่อมจะลดลง เหล็กกล้าที่มีคาร์บอนผสมอยู่มากกว่าร้อยละ 0.25 และทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็วจะมีความแข็งแรงและเปราะหรือถ้าบริเวณบ่อหลอมเหลวได้รับคาร์บอนในปริมาณมากในขณะที่ทำการเชื่อมแนวเชื่อมอาจมีความแข็งแรงมากกว่าปกติ

2. **ชนิดของเหล็กกล้าคาร์บอน** สามารถแบ่งตามปริมาณของคาร์บอนที่ผสม ได้ดังนี้

(1) **เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (Low-Carbon Steel)** คือมีคาร์บอนเป็นธาตุผสมอยู่ไม่เกินร้อยละ 0.30 มีความสามารถในการเชื่อมได้ง่ายทุกกระบวนการเชื่อม ให้คุณภาพการเชื่อมที่ดีเยี่ยม นิยามมาใช้งานโครงสร้างทั่วไป ภาชนะเครื่องกลทางการเกษตรและงานเชื่อมทั่วไป

(2) **เหล็กกล้าที่มีคาร์บอนระหว่าง 0.15-0.20 %** มีความสามารถในการเชื่อมที่ดีมากสามารถเชื่อมได้ตามวิธีมาตรฐานทั่วไปด้วยลวดเชื่อมเหล็กเหนียวทุกชนิด เหมาะสำหรับงานที่ต้องการความรวดเร็ว

(3) **เหล็กกล้าที่มีคาร์บอนระหว่าง 0.25-0.30 %** จะมีความสามารถในการเชื่อมที่ดี แต่ถ้ามีธาตุผสมบางตัวสูงเกินกว่าค่าที่กำหนดอาจทำให้แนวเชื่อมแตกร้าว เกิดโพรงอากาศได้ง่ายซึ่งอาจแก้ไขได้โดยลดกระแสไฟเชื่อมและความเร็วของการเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำโดยทั่วไปแล้วไม่ต้องการให้ความร้อนก่อนก่อนการเชื่อม (Preheat) แต่ถ้าชิ้นงานมีความหนาควรอุ่นชิ้นงานก่อน

(4) **เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (Medium-Carbon Steel)** มีคาร์บอนเป็นธาตุผสมไม่เกินร้อยละ 0.30-0.45 เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางสามารถเชื่อมได้ดีในหลายกระบวนการเชื่อม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนและเทคนิคกระบวนการเชื่อม เช่น การให้ความร้อนก่อนการเชื่อม (Preheat) การปรับปรุงคุณสมบัติด้วยความ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ	หน่วยที่ 6
		สอนครั้งที่ 11-12
		ชั่วโมงรวม 4

ร้อนหลังการเชื่อมจึงจะได้งานเชื่อมที่ดี สามารถเชื่อมด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์กไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ แต่ควรใช้ลวดเชื่อมที่มีปริมาณไฮโดรเจนต่ำเพื่อลดแนวโน้มการแตกได้แนวเชื่อม

(5) เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High-Carbon Steel) มีคาร์บอนเป็นธาตุผสมเกินร้อยละ

0.45 เหล็กกล้าคาร์บอนสูงเหมาะสำหรับใช้ในงานที่ต้องการความแข็ง ความต้านทานต่อการสึกหรอ ความแข็งแรงสูง นิยมใช้ทำแผ่นกันสีก ดอกสว่าน แม่พิมพ์ ฝาโลหะ เหล็กแรงรถไฟ การเชื่อมทำได้ยากกว่าเหล็กคาร์บอนต่ำและเหล็กคาร์บอนปานกลางเนื่องจากบริเวณเชื่อมงานข้างขอบแนวเชื่อม (HAZ) จะเกิดโครงสร้างแข็งและเปราะดังนั้น การเชื่อมสามารถหลีกเลี่ยงได้ให้ความร้อนหลังการเชื่อม (Post Heat) ให้งานเชื่อมเย็นตัวลงช้า ๆ เพื่อคลายความเค้นภายในการเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนสูง มักใช้ในการเชื่อมพอกผิวส่วนที่สึกหายไป หรือเชื่อมพอกเพื่อให้ผิวมีความแข็งแรงสูงสำหรับเหล็กกล้าที่มีคาร์บอนตั้งแต่ 0.3 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปควรทดลองเชื่อมที่จะเชื่อมบนชิ้นงานจริงเพื่อหาแนวโน้มของงานที่จะแตกร้าว ควรจะอุ่นชิ้นงานก่อนและหลังการเชื่อมอุณหภูมิสำหรับอุ่นชิ้นงานของเหล็กแต่ละชนิดไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับขนาด รูปร่าง ส่วนผสมและปริมาณความร้อนที่ใช้ใช้ในการเชื่อมถ้าปริมาณคาร์บอนและธาตุผสมสูงและชิ้นงานหนาควรใช้อุณหภูมิสูงเพื่อให้งานเย็นตัวช้ากว่าปกติ แต่ถ้าเชื่อมด้วยลวดชนิดไฮโดรเจนต่ำสามารถใช้อุณหภูมิที่ต่ำกว่าปกติได้

6.2 ท่อเหล็กกล้า

ท่อเหล็กกล้าถูกผลิตขึ้นมาจากการนำโลหะแผ่นม้วนขึ้นรูปเป็นท่อ นิยมนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมมากมายเช่น ท่อประปา ท่อสำหรับอุตสาหกรรมเคมี ท่อที่ใช้กับชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ท่อร้อยสายไฟ ท่อสำหรับเจาะและขนส่งน้ำมันและแก๊สธรรมชาติ ท่อเข็มพืด (Piling) สำหรับงานก่อสร้าง เช่น Column Bridge Roof Trusses เป็นต้น

6.2.1 ประเภทของท่อเหล็กกล้า

ท่อเหล็กกล้าแบ่งตามกระบวนการผลิต แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. ท่อที่ได้จากการม้วนและเชื่อมเหล็กแผ่น
2. ท่อที่ไม่ได้ผ่านการเชื่อม ได้จากการแปรรูปร้อนเหล็กแท่ง เช่น Round Billet

6.2.2 การจำแนกท่อเหล็ก

เหล็กท่อกลมดำ (Carbon Steel Tubers) หรือทั่ว ๆ ไปนิยมเรียกกันว่า เหล็กท่อดำ แป๊บดำหรือแป๊บกลม ผลิตจากแผ่นเหล็กกล้าคุณภาพสูง ผ่านการขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรประสิทธิภาพได้ตามมาตรฐานมีการควบคุมด้วยวิศวกร QC สูงสุด เป็นเหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวงแบบกลมตามมาตรฐาน มอก.107-253533 ชั้นคุณภาพ H541 ,มีความยาว 6,000 มิลลิเมตร/เส้น ใช้ประโยชน์เป็นท่อลำเลียง และใช้เป็นโครงสร้างทั่วไปมีลักษณะคือเหล็กท่อดำมีความสามารถในการรับแรงดัน มีความแข็งแรงทนทาน มีน้ำหนักเบา ตะเข็บเรียบเชื่อมต่อกันได้ง่าย นิยมนำไปใช้ในการใช้เป็นท่อน้ำสำหรับอาคารสูง งานขึ้นรูปโครงสร้างต่าง ๆ และนำไปใช้ในงานร้อยพอสายไฟฟ้า รื้อ ประตู หรืองานตกแต่งทั่ว ๆ ไป ดังรูปที่ 6.4 และ 5

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ	หน่วยที่ 6
		สอนครั้งที่ 11-12
		ชั่วโมงรวม 4



รูปที่ 6.4 ลักษณะเหล็กท่อกลมดำ



รูปที่ 6.5 ลักษณะการใช้งานเหล็กท่อกลมดำ

เหล็กท่อกลมดำทุกขนาดสามารถนำไปชุบเกลือบาไมซ์และสังกะสีได้ เพื่อเพิ่มความคงทนแข็งแรงและความสวยงาม ใช้งานได้นานและไม่เกิดสนิมและรอยแตกเวลาทำการเชื่อม โดยทั่ว ๆ ไปจะมีขนาดที่ระบุไว้ดังตารางที่ 6.3

ตารางที่ 6.3 ลักษณะขนาดและน้ำหนักเหล็กท่อกลมดำบริษัทคลังเหล็กไทยจำกัด

ขนาด (Inch)	φ วงนอก (mm)	น้ำหนัก (Kg)							
		1.2 mm	1.4mm	1.6mm	1.8mm	2.0mm	2.3 mm	2.6mm	2.8 mm
$\frac{1}{2}$	21.7	3.5	4.0	4.6	5.2	5.8	6.6	7.3	7.6
$\frac{3}{4}$	27.2	4.3	5.0	5.8	6.5	7.3	8.3	9.4	10
1	34.0	5.5	6.4	7.3	8.3	9	10.5	12.0	12.8
$1\frac{1}{4}$	42.7	7.0	8.3	9.5	10.6	12	13.5	15	16.5
$1\frac{1}{2}$	48.6	8.0	9.5	10.6	12	14	16	18	19
2	60.5	10.4	12	13.8	15.6	17.3	20	22.5	24.2
$2\frac{1}{2}$	76.3	-	15.3	17.5	20	22	25	28	30.5

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ	หน่วยที่ 6
		สอนครั้งที่ 11-12
		ชั่วโมงรวม 4

มาตรฐานความโตและขนาดของผนังท่อ (Pipe Size & Pipe Wall Thickness) ที่นิยมใช้งานกันในปัจจุบัน มักสร้างความสับสนให้กับผู้ใช้อยู่เสมอ เพราะผู้ใช้ไม่มีแหล่งอ้างอิงข้อมูลเช่นท่อ NPS 3 เพราะเหตุใดจึงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 3.5 นิ้ว แทนที่จะเป็น 3 นิ้ว ความหนาของผนังท่อกำหนดด้วย Sch 40 เพียงกับ Standard (STD) มีประวัติและความแตกต่างกันอย่างไร จะขออธิบายให้เห็นถึงที่มาเพื่อความเข้าใจ

ในยุคแรก ๆ ผู้ผลิตได้กำหนดระบบที่ใช้ใช้ในการกำหนดขนาดท่อที่มีชื่อว่า Iron Pipe Size (IPS) ซึ่งได้กำหนดขนาดท่อโดยอ้างอิงกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อ ผู้ปฏิบัติงานด้านท่อได้ทำการอ้างอิงขนาดท่อเริ่มตั้งแต่ขนาด 2, 4, 6 นิ้ว เป็นต้นไป ส่วนความหนาของผนังท่อถูกกำหนดไว้เพียงความหนาเดียวต่อขนาดท่อแต่ละขนาด ซึ่งต่อมาขนาดความหนาท่อที่กำหนดไว้เรียกว่า Standard (STD) หรือ Standard Weight (STD WT) การที่ขนาดความหนาท่อถูกกำหนดไว้เพียงความหนาเดียวนี้เอง ทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของท่อแต่ละขนาดเป็นค่าคงที่ที่ไม่มีการแปรผัน และในที่สุดก็ได้กลายเป็นค่ามาตรฐาน ในช่วงสมัยอุตสาหกรรมได้เริ่มพัฒนาขึ้น มีความต้องการในการใช้ท่อที่รับแรงดันสูงขึ้น ดังนั้นบริษัทที่ผลิตจึงได้มีการผลิตท่อเพื่อให้มีขนาดความหนาเพิ่มขึ้น โดยตั้งชื่อว่า Extra Strong (XS) โดยเพิ่มขนาดความหนาเพิ่มขึ้นอีกเป็น Double Extra Strong (XXS) โดยที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของท่อยังคงไว้เป็นค่ามาตรฐาน ทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเริ่มเบี่ยงเบนไปจากค่าอ้างอิงเริ่มต้นและแปรผันตามความหนาของ XS และ XXS

การพัฒนาการด้านคุณภาพของท่อทั้งในด้านความคงทนต่อการกัดกร่อนและความแข็งแรง ทำให้อุตสาหกรรมบางชนิดมีต้องการใช้ท่อบางลดลง และกลายเป็นจุดเริ่มต้นในการนำระบบใหม่มาใช้ในการกำหนดขนาดและความหนาของท่อ เรียกว่า Nominal Pipe Size (NPS) แทนระบบเก่า IPS แล้วคำว่า Schedule (Sch) ถูกตั้งขึ้นเพื่อระบุความหนาของผนังท่อ ในระบบใหม่ที่ตั้งขึ้นมายังคงมาตรฐานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกคงที่ ค่าเดิมที่ใช้ในระบบ IPS และวิธีการเรียกความหนาแบบเดิม คือ STD, XS และ XXS ยังคงไว้ใช้จนถึงปัจจุบันที่ได้กล่าวมาข้างต้นคือที่มาของมาตรฐานที่เกิดขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกา ในปัจจุบันคือมาตรฐาน ASME B 36.10 ในยุคสมัยใหม่ได้มีความพยายามก่อตั้งมาตรฐานให้เป็นสากล จึงได้มีองค์กรสากลที่ใช้กำหนดงานท่อเกิดขึ้นคือ International Standard Organization (ISO) ได้กำหนดขนาดท่อในระบบ SI Unit และใช้ชื่อเรียกขนาดท่อว่า Diameter Nominal (DN) ซึ่งสามารถเทียบเท่า (Equivalent) กับขนาด NPS ได้ขนาดและความหนาท่อเหล็กกล้า (Steel Pipe and Dimension) ขนาดและมิติของท่อเหล็กกล้า ความหมายในทางปฏิบัติจะครอบคลุมถึงท่อเหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon Steel Pipe) และท่อเหล็กกล้าผสม (Alloy Steel Pipe) แต่จะไม่ครอบคลุมถึงท่อเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel Pipe)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ	หน่วยที่ 6
		สอนครั้งที่ 11-12
		ชั่วโมงรวม 4

6.3 คุณสมบัติของเหล็กชิ้นงานเชื่อม

ในการเชื่อมเหล็ก เหนียว ต้องใช้อุณหภูมิสูงมาก จาก 3,500-15,000°C ทั้งนี้แล้วแต่วิธีการเชื่อม ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงธาตุและเม็ดเกรนของโลหะชิ้นงาน อุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่างเนื้อโลหะเชื่อมกับโลหะชิ้นงานพื้นฐานก็จะทำให้เกิดการบิดงอหรือเกิดความเครียดขึ้นในชิ้นงานด้วยดังนั้นช่างเชื่อมจึงจำเป็นต้องศึกษาคุณสมบัติของโลหะชิ้นงานให้เข้าใจ มิฉะนั้น เมื่อทำการเชื่อมชิ้นงานก็จะเกิดความเสียหายขึ้นได้ จากปรากฏการณ์นี้เพื่อให้ได้ชิ้นงานใช้ได้ยาวนาน ๆ โดยไม่เกิดแตกร้าวขึ้นภายหลังจำเป็นต้องพิจารณาดังนี้

1. การเลือกใช้วัสดุชิ้นงานที่เหมาะสมในการเชื่อม จำเป็นจะต้องพิจารณาความเหมาะสม ดังนี้ คือ

- ลักษณะการหลอมของเนื้อโลหะเชื่อม
- วิธีการหล่อของวัสดุที่ทำเป็นโลหะชิ้นงาน
- การแข็งตัวของวัสดุหลังจากผ่านการเชื่อม
- ความเปราะของเนื้อวัสดุ
- คุณภาพเมื่อใช้งานไปนาน

2. ความปลอดภัยของรอยเชื่อมขึ้นอยู่กับ

- การสร้าง (โครงสร้าง ความหนา รูปร่าง)
- ความสะดวกในการเข้าเชื่อมในรอยเชื่อมต่าง ๆ
- วิธีการเชื่อม
- ชนิดของลวดเชื่อม
- ลำดับขั้นตอนการเชื่อม
- ลักษณะการให้ความร้อนแก่ชิ้นงาน ตั้งแต่ก่อนเชื่อม ระหว่างการเชื่อม และหลังการเชื่อม
- การเตรียมงานและการเชื่อมที่ถูกต้อง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ	หน่วยที่ 6
		สอนครั้งที่ 11-12
		ชั่วโมงรวม 4

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 6

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. มาตรฐานที่กำหนดข้อกำหนดสำหรับลวดเชื่อมเหล็กคาร์บอนที่ใช้ในการเชื่อมแบบ SMAW.

.....

.....

2. มาตรฐานที่กำหนดข้อกำหนดสำหรับลวดเชื่อมและลวดฟیلเลอร์เหล็กคาร์บอนที่ใช้ในกระบวนการ GMAW และ GTAW.

.....

.....

.....

3. มาตรฐานที่กำหนดข้อกำหนดสำหรับลวดเชื่อมฟลักซ์คอร์ด (Flux-Cored Arc Welding).

.....

.....

.....

4. มาตรฐานที่กำหนดคุณสมบัติและการทดสอบของสายเชื่อมไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมด้วยกระแสไฟฟ้าในงานอุตสาหกรรม.

.....

.....

.....

5. มาตรฐานที่กำหนดข้อกำหนดทางเทคนิคสำหรับคีมจับลวดเชื่อม รวมถึงความสามารถในการทนความร้อน, ความทนทาน และความปลอดภัยในการใช้งาน.

.....

.....

.....

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ	หน่วยที่ 6
		สอนครั้งที่ 11-12
		ชั่วโมงรวม 4

ใบเฉลยแบบฝึกหัดโมดูลที่ 6

1. มาตรฐานที่กำหนดข้อกำหนดสำหรับลวดเชื่อมเหล็กคาร์บอนที่ใช้ในการเชื่อมแบบ SMAW.
- เฉลย: AWS A5.1
2. มาตรฐานที่กำหนดข้อกำหนดสำหรับลวดเชื่อมและลวดฟลักซ์เหล็กคาร์บอนที่ใช้ในกระบวนการ GMAW และ GTAW.
- เฉลย: AWS A5.18
3. มาตรฐานที่กำหนดข้อกำหนดสำหรับลวดเชื่อมฟลักซ์คอร์ด (Flux-Cored Arc Welding).
- เฉลย: AWS A5.20
4. มาตรฐานที่กำหนดคุณสมบัติและการทดสอบของสายเชื่อมไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมด้วยกระแสไฟฟ้าในงานอุตสาหกรรม.
- เฉลย: มอก. 448-2525
5. มาตรฐานที่กำหนดข้อกำหนดทางเทคนิคสำหรับคีมจับลวดเชื่อม รวมถึงความสามารถในการทนความร้อน, ความทนทาน และความปลอดภัยในการใช้งาน.
- เฉลย: DIN 8569

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ	หน่วยที่ 6
		สอนครั้งที่ 11-12
		ชั่วโมงรวม 4

ใบปฏิบัติงานโมดูลที่ 6

เรื่อง มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ

ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 3 – 4 คน ศึกษาและค้นคว้า นำเสนอข้อมูลที่ได้ศึกษาและค้นคว้า เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในห้องเรียน

1. ให้นักเรียนนำเสนอผลงานการวิเคราะห์กรณีศึกษาและการเลือกวัสดุเชื่อมและเครื่องเชื่อม ของแต่ละกลุ่ม



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ	หน่วยที่ 6
		สอนครั้งที่ 11-12
		ชั่วโมงรวม 4

แบบทดสอบหลังเรียนโมดูลที่ 6

- คำชี้แจง :** 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ
2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 30 นาที
- มาตรฐานใดที่กำหนดข้อกำหนดสำหรับลวดเชื่อมเหล็กคาร์บอนที่ใช้ในการเชื่อมแบบ SMAW
 - AWS A5.20
 - AWS A5.1
 - IEC 60974-1
 - DIN 8569
 - มาตรฐาน มอก. 448-2525 กำหนดคุณสมบัติสำหรับอะไร
 - ลวดเชื่อมเหล็กคาร์บอน
 - สายเชื่อมไฟฟ้า
 - คีมจับลวดเชื่อม
 - เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
 - มาตรฐานใดกำหนดข้อกำหนดทางเทคนิคสำหรับคีมจับลวดเชื่อม
 - AWS A5.1
 - AWS A5.20
 - IEC 60974-1
 - DIN 8569
 - มาตรฐานใดที่กำหนดข้อกำหนดความปลอดภัยสำหรับแหล่งจ่ายไฟของเครื่องเชื่อมอาร์ค
 - AWS A5.1
 - AWS A5.20
 - IEC 60974-1
 - DIN 8569
 - มาตรฐานใดที่ใช้กำหนดข้อกำหนดและการทดสอบเครื่องเชื่อมไฟฟ้าในประเทศไทย
 - AWS A5.1
 - AWS A5.20
 - IEC 60974-1
 - มอก. 1224

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ	หน่วยที่ 6
		สอนครั้งที่ 11-12
		ชั่วโมงรวม 4

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลที่ 6

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				



คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน
 สรุปผล () ผ่านเกณฑ์
 () ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ
 (.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 6 : มาตรฐานวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมโลหะ	หน่วยที่ 6
		สอนครั้งที่ 11-12
		ชั่วโมงรวม 4

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลที่ 6

ข้อที่	คำตอบ
1.	ข
2.	ข
3.	ง
4.	ค
5.	ง



หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567

รายวิชา มาตรฐานงานเชื่อม 1 รหัสวิชา 30103-2003

บทเรียนโมดูลที่ 7

เรื่อง มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม

โดย

นางสาวเบญจวรรณ สักขานาคินทร์

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1
โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม

หน่วยที่ 7

สอนครั้งที่ 13-14

ชั่วโมงรวม 4

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 7

คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

ก่อนที่จะเริ่มต้นศึกษาวิชามาตรฐานงานเชื่อม 1 นี้ ควรจะศึกษารายละเอียดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชา มาตรฐานงานเชื่อม 1 เพื่อจะได้มีแนวคิดเกี่ยวกับมาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อมและเป็นการ เตรียมพร้อมที่จะศึกษาวิชานี้

ส่วนประกอบบทเรียนโมดูลประกอบด้วย

1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบกระดาษคำตอบ
2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ใบจุดประสงค์
4. ใบความรู้
5. ใบแบบฝึกหัด
6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด
7. ใบปฏิบัติงาน
8. ใบแบบทดสอบหลังเรียนและใบกระดาษคำตอบ
9. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 7

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
3. ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
4. บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 7

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล (ต่อ)

- เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน
- ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง
- เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
- ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
- ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมทบทวนเนื้อหา
ของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 7

หลักการและเหตุผล (Prospectus)

ก่อนที่จะเริ่มต้นศึกษาวิชามาตรฐานงานเชื่อม 1 นี้ ควรจะศึกษารายละเอียดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชา มาตรฐานงานเชื่อม 1 เสียก่อน เพื่อจะได้มีแนวคิดเกี่ยวกับวิชามาตรฐานงานเชื่อม 1 และเป็นการเตรียมพร้อม ที่จะศึกษาวิชานี้ รวมทั้งแนวทางการศึกษาต่อ ซึ่งเนื้อหาที่จะนำมาศึกษาในโมดูลนี้ จะมีเนื้อหาเกี่ยวกับ มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม

จุดมุ่งหมาย (Objective)

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในเรื่องมาตรฐาน กระบวนการและเทคนิคการเชื่อม

ความรู้พื้นฐาน (Prerequisites)

ในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้ให้ได้ผลดีนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานด้านมาตรฐาน กระบวนการและเทคนิคการเชื่อม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลที่ 7

- คำชี้แจง :** 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ
2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 30 นาที
- มาตรฐานใดที่ใช้สำหรับการเชื่อมโครงสร้างเหล็กในประเทศสหรัฐอเมริกา?
 - AWS D1.1/D1.1M
 - ISO 3834
 - ASME Section IX
 - EN 1090
 - มาตรฐานใดที่ระบุหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้ประสานงานการเชื่อม?
 - AWS D1.3
 - ASME B31.1
 - ISO 14731
 - EN 1090
 - มาตรฐานใดที่ใช้สำหรับการเชื่อมท่อแรงดันสูง?
 - AWS D1.1/D1.1M
 - ASME Section IX
 - ASME B31.1
 - ISO 3834
 - มาตรฐานใดที่ใช้สำหรับการผลิตและการตรวจสอบโครงสร้างเหล็กและอลูมิเนียมในยุโรป?
 - AWS D1.1/D1.1M
 - ASME Section IX
 - ISO 3834
 - EN 1090
 - มาตรฐานใดที่เป็นแนวทางในการออกแบบและประเมินความเหนียวล้าของโครงสร้างเหล็ก?
 - AWS D1.1/D1.1M
 - ISO 3834
 - ASME Section IX
 - BS 7608

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลที่ 7

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				



คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน
 สรุปผล () ผ่านเกณฑ์
 () ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ
 (.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลที่ 7

ข้อที่	คำตอบ
1.	ก
2.	ค
3.	ค
4.	ง
5.	ง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ

- 3.1 อธิบายมาตรฐานการกำหนดกระบวนการเชื่อมได้อย่างถูกต้อง
- 3.2 ปฏิบัติตามเทคนิคการเชื่อมตามมาตรฐานได้อย่างเหมาะสม
- 3.3 ควบคุมคุณภาพงานเชื่อมตามมาตรฐานที่กำหนดได้



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

ใบความรู้

หน่วยที่ 7 มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม

7.1 มาตรฐานการเชื่อมที่สำคัญ

1. AWS (American Welding Society)
 - AWS D1.1 มาตรฐานการเชื่อมโครงสร้างเหล็ก ครอบคลุมการเชื่อมด้วยกระบวนการต่าง ๆ เช่น SMAW, GMAW, FCAW, SAW
 - AWS D1.3 มาตรฐานสำหรับการเชื่อมแผ่นเหล็กบางโดยใช้เทคนิคการเชื่อมไฟฟ้า
 - AWS B2.1 มาตรฐานการเชื่อมสำหรับโลหะทั่วไป ครอบคลุมกระบวนการเชื่อมและเทคนิคต่าง ๆ
2. ASME (American Society of Mechanical Engineers)
 - ASME Section IX มาตรฐานสำหรับกระบวนการเชื่อมและการทดสอบเชื่อมในงานท่อและหม้อไอน้ำ รวมถึงการรับรองช่างเชื่อม
 - ASME B31.3 มาตรฐานการเชื่อมท่อในงานกระบวนการผลิต ซึ่งระบุกระบวนการเชื่อมและการตรวจสอบคุณภาพ
3. ISO (International Organization for Standardization)
 - 150 9606-1 มาตรฐานสำหรับการรับรองช่างเชื่อมโลหะเหล็ก ครอบคลุมการเชื่อมด้วยกระบวนการต่าง ๆ
 - ISO 15614 มาตรฐานสำหรับการทดสอบกระบวนการเชื่อม รวมถึงการเชื่อมงานท่อและแผ่นเหล็ก
4. EN (European Norm)
 - EN 287 มาตรฐานสำหรับการรับรองช่างเชื่อมโลหะเหล็กและอลูมิเนียม
 - EN 1418 มาตรฐานสำหรับการเชื่อมอัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติ รวมถึงการรับรองช่างเชื่อมที่ใช้เทคโนโลยี

7.2 กระบวนการเชื่อมที่สำคัญ

1. SMAW (Shielded Metal Arc Welding)
 - เป็นการเชื่อมด้วยไฟฟ้าใช้ลวดเชื่อมที่มีฟลักซ์เคลือบ
 - เหมาะสำหรับงานเชื่อมทั่วไปและการซ่อมแซม
2. GMAW (Gas Metal Arc Welding) wsa MIG/MAG
 - ใช้แก๊สปกคลุมเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของรอยเชื่อม
 - เหมาะสำหรับงานเชื่อมโลหะที่มีความหนาแน่นถึงปานกลาง
3. GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) wSa TIG
 - ใช้แท่งทั้งสแตนเป็นขั้วไฟฟ้าและแก๊สเฉื่อยเพื่อป้องกันการปนเปื้อน
 - เหมาะสำหรับงานเชื่อมที่ต้องการความละเอียดและคุณภาพสูง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

4. FCAW (Flux-Cored Arc Welding)

- ใช้ลวดเชื่อมที่มีฟลักซ์อยู่ภายใน สามารถเชื่อมได้ทั้งในสภาพอากาศเปิดและในห้อง
- เหมาะสำหรับงานเชื่อมที่ต้องการความแข็งแรงสูงและงานเชื่อมภาคสนาม

5. SAW (Submerged Arc Welding)

- ใช้ฟลักซ์ปกคลุมรอยเชื่อมเพื่อป้องกันการปนเปื้อนและเพิ่มความสามารถในการเชื่อมที่ลึก
- เหมาะสำหรับงานเชื่อมที่ต้องการความเร็วและคุณภาพสูง เช่น ในอุตสาหกรรมการผลิตท่อและหม้อไอน้ำ

7.3 เทคนิคการเชื่อม

1. การเตรียมขอบชิ้นงาน การเตรียมขอบชิ้นงานให้เหมาะสมก่อนการเชื่อม เช่น การตัด การเจียรและการทำความสะอาด
 2. การควบคุมการเชื่อม การควบคุมกระแสไฟฟ้า ความเร็วในการเชื่อม และมุมเชื่อม
 3. การป้องกันการบิดเบี้ยว การใช้เทคนิคในการป้องกันการบิดเบี้ยวของชิ้นงาน เช่น การใช้การเชื่อมหลายขั้นตอน การใช้การยึดจับชิ้นงาน
 4. การตรวจสอบรอยเชื่อม การตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยการตรวจสอบแบบทำลายและไม่ทำลายเพื่อให้มั่นใจในคุณภาพของรอยเชื่อม
- การปฏิบัติตามมาตรฐานเหล่านี้จะช่วยให้การเชื่อมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย ตอบสนองต่อข้อกำหนดทางวิศวกรรมและกฎหมาย

7.4 เทคนิคการเชื่อมแต่ละกระบวนการเชื่อม

1. Shielded Metal Arc Welding (SMAW)
 - ใช้ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ขึ้นการสร้งรอยเชื่อม มักใช้ในงานก่อสร้างและซ่อมบำรุง
2. Gas Metal Arc Welding (GMAW) หรือ MIG Welding
 - ใช้ลวดเชื่อมเปลือยและแก๊สป้องกันในการสร้งรอยเชื่อม มักใช้ในงานผลิตและอุตสาหกรรมยานยนต์
3. Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) หรือ TIG Welding
 - ใช้ทั้งสแตนเป็นอิเล็กโทรดและแก๊สป้องกันในการสร้งรอยเชื่อม มักใช้ในงานที่ต้องการความละเอียดและความสะอาดสูง เช่น อุตสาหกรรมอวกาศและการผลิตอุปกรณ์ทางการแพทย์
4. Flux-Cored Arc Welding (FCAW)
 - ใช้ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ที่มีแกนฟลักซ์ภายใน มักใช้ในงานก่อสร้างและงานที่ต้องการการเชื่อมที่มีประสิทธิภาพสูง
5. Submerged Arc Welding (SAW)
 - ใช้ฟลักซ์ครอบคลุมรอยเชื่อมทั้งหมดในระหว่างการเชื่อม มักใช้ในงานที่ต้องการการเชื่อมที่มีความเร็วสูงและต่อเนื่อง เช่น การผลิตท่อและถัง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

7.5 การนำมาตรฐานไปใช้

1. การเตรียมกระบวนการเชื่อม การเตรียมกระบวนการเชื่อมจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดโดยมีการทดสอบและรับรองคุณสมบัติของช่างเชื่อมและอุปกรณ์ที่ใช้

2. การตรวจสอบคุณภาพ การตรวจสอบคุณภาพของรอยเชื่อมจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดโดยใช้วิธีการทดสอบแบบทำลายและไม่ทำลาย

3. การฝึกอบรมและการรับรอง ช่างเชื่อมจะต้องได้รับการฝึกอบรมและผ่านการรับรองตามมาตรฐานที่กำหนด เพื่อให้มั่นใจว่ามีความรู้และทักษะเพียงพอในการดำเนินการเชื่อม

การปฏิบัติตามมาตรฐานเหล่านี้ช่วยให้กระบวนการเชื่อมมีความปลอดภัยและมีคุณภาพสูง ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแข็งแรงและทนทานตามที่ต้องการ

มาตรฐานที่กำหนดกระบวนการเชื่อมและเทคนิคการเชื่อมมีความสำคัญในการควบคุมคุณภาพและความปลอดภัยของงานเชื่อมโดยมาตรฐานเหล่านี้มาจากองค์กรที่มีความน่าเชื่อถือและได้รับการยอมรับในระดับสากล เช่น AWS, ASME, ISO และ EN โดยมาตรฐานเหล่านี้จะมีการระบุรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการเชื่อม เทคนิคการเชื่อม และข้อกำหนดในการตรวจสอบและรับรองงานเชื่อม

งานเชื่อมจำเป็นต้องใช้ผู้มีความเชี่ยวชาญ และทักษะเฉพาะทางในการดำเนินงาน เพื่อความปลอดภัยและคุณภาพที่ได้มาตรฐาน ดังนั้นผู้ที่ปฏิบัติงานในสาขาอาชีพช่างเชื่อม จึงมีความจำเป็นต้องมีใบรับรองความรู้ความสามารถ หรือที่เรียกกันอย่างคุ้นหูว่า ใบรับรอง (Certificate) เพื่อเป็นการการันตีระดับความสามารถของช่างเชื่อมว่าสามารถปฏิบัติงานได้ในระดับใด ตามมาตรฐานการควบคุมระบบงานเชื่อมหรือไม่ อีกทั้งใบรับรองยังมีผลต่อค่าแรงงานตามมาตรฐานงานเชื่อมแต่ละชนิดตามความยากง่ายของแต่ละกระบวนการเชื่อมอีกด้วยเนื่องจากตามกฎของกระทรวงแรงงานฯ ได้กำหนดให้ผู้ที่ทำกรสอบยกระดับผ่านเกณฑ์ในแต่ละระดับสามารถกำหนดค่าตอบแทนให้ชัดเจนได้ โดยทางผู้จัดจ้างจะต้องจ่ายค่าตอบแทนตามระเบียบและเกณฑ์ที่กำหนดไว้ซึ่งส่วนนี้ค่อนข้างเป็นผลดีต่อผู้ที่ประกอบสายอาชีพช่างเชื่อม ใบรับรองจึงสมควรเป็นใบรับรองที่ช่างเชื่อมควรมีติดตัว ถึงแม้ในปัจจุบันแต่ละโรงงานจะมีการจัดสอบวัดระดับความสามารถขึ้นเองอีกครั้ง แต่การมีใบรับรองช่างเชื่อมติดตัวก็เปรียบเหมือนการสร้างโปรไฟล์ที่ดีในระดับหนึ่งซึ่งช่วยรับรองความสามารถของตัวช่างเชื่อมเองได้ในยามยื่นสมัครงาน โดยการจะได้มาซึ่งใบรับรองช่างเชื่อมนั้น มีทั้งในรูปแบบของการสอบและอบรม ซึ่งในแต่ละประเภทนั้นก็มีความสามารถในการใช้งานและรายละเอียดที่แตกต่างกันไปอย่างใบรับรองมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาตินั้นก็ได้มีการกำหนดการทดสอบความสามารถและยกระดับมาตรฐานฝีมือแรงงานในประเทศไทยขึ้นเพื่อกำหนดค่าแรงงานแต่ละประเภท และให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากลด้วย

เกณฑ์พิจารณาความสามารถของช่างเชื่อมที่ถูกแบ่งการวัดระดับเป็นแต่ละสาขา ได้แก่ สาขาช่างเชื่อมอาร์ก โลหะด้วยมือ, สาขาช่างเชื่อมแม็ก (เหล็กบาง), สาขาช่างเชื่อมแม็ก (เหล็กหนา) และสาขาช่างเชื่อมทิก (เหล็กและสแตนเลส) โดยแต่ละสาขาได้ถูกจัดความสามารถเป็นอีก 3 ระดับให้เลือกทดสอบ ซึ่งระดับของการทดสอบ คือส่วนสำคัญที่สามารถเป็นตัวกำหนดค่าแรงของช่างเชื่อมได้แก่

- ระดับ 1 เป็นการเชื่อมต่อตัวที่ ทำ PB/2F, PF/3F, PD/4F, PK/5F

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

- ระดับ 2 เป็นการเชื่อมแผ่นต่อชน ทำ PA/1G,PC/2G,PF/3G,PE/4G
- ระดับ 3 เป็นการเชื่อมท่อต่อชน ทำ PH/5G,H-L045/66

หากถามว่าแล้วจะเลือกสอบระดับไหนดี? ทำไหน? หรือวัสดุแบบไหน? ถึงจะเป็นที่ยอมรับของผู้ว่าจ้างอาจตอบได้อย่างคร่าวๆ ว่าเลือกตามทำและวัสดุที่ผู้ว่าจ้างหรือบริษัทนั้นต้องการ แต่หากต้องการเล็งไปในเรื่องของการยกระดับค่าแรงของตนเองอาจเลือกเป็นทำที่มีความนิยมน้อยๆ ทำ 2G หรือ 3G และทำที่มีความยากอย่างทำ 6G เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามทำต่างๆ ยังขึ้นอยู่กับวัสดุในการเชื่อมด้วย

ในส่วนของการรายละเอียดในการสอบนั้นแต่ละระดับก็จะมีข้อกำหนดการทดสอบทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ ตามระดับที่ต้องการสอบ ผู้ที่ผ่านการทดสอบทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ด้วยเกณฑ์ผ่านร้อยละ 70 จะได้รับใบรับรองจากทางคณะกรรมการส่งเสริมพัฒนาฝีมือแรงงาน ซึ่งเป็นใบรับรองที่ได้รับการยอมรับในระดับประเทศไทยสำหรับใบรับรองที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล ด้วยการทดสอบมาตรฐานของสมาคมการเชื่อมแห่งประเทศไทยหรืออเมริกา AWS D10.9 (American Welding Society) ที่เป็นสมาคมการเชื่อมที่ได้รับการยอมรับไปทั่วโลกโดยเฉพาะประเทศไทย ซึ่งมีการกำหนดแบ่งระดับความสามารถของการเชื่อมเป็น 3 ระดับ ได้แก่

- (AR - 1) Acceptance Requirement 1
- (AR-2)Acceptance Requirement 2
- (AR - 3) Acceptance Requiment 3

และมาตรฐานการเชื่อมตามตำแหน่ง ทำ และวัสดุ ดังนี้

- การเชื่อมโลหะแผ่นโดยรอยต่อชนบางงาน แบ่งเป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1G (ท่าราบ) / 2G (ท่าขนาน) /3G (ท่าตั้ง) / 4G (ท่าเหนือศีรษะ)
- การเชื่อมท่อรอบต่อชนบางงาน แบ่งเป็น 5 ประเภท ได้แก่ 1G / 2G / 5G / 6G / 9GR
- การเชื่อมต่อโลหะแผ่นโดยใช้รอยต่อฉาก แบ่งเป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1F (ท่าราบ) / 2F (ท่าขนาน) /3F (ท่าตั้ง) / 4F (ท่าเหนือศีรษะ)

โดยผู้ที่สนใจสอบใบรับรองประเภทนี้มักจะเป็น ผู้ที่ต้องการทำงานเกี่ยวข้องกับเตรียม WPS, PQR, และ WQT อย่างเช่น วิศวกรงานเชื่อม, วิศวกรโครงการ, หัวหน้าช่างเชื่อม ฯลฯ

Code หรือ Standard เช่น

- * รายละเอียด (Specification)
- * เสนอแนะ (Recommended)
- * การปฏิบัติ (practice) เป็นต้น
 - งานนี้ผู้รับเหมาใช้มาตรฐานไหน ในการประกอบ ก่อนทำการเชื่อม
 - ลวดเชื่อม ที่ช่างเชื่อมเลือกใช้ ใน procedure กำหนดให้ใช้ spec ไหน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

– งานนี้ทำการสอบช่างเชื่อมตามมาตรฐานของ ASME section IX
– ตรวจสอบด้วยการทำ RT ใช้ standard ไหนเป็นมาตรฐาน.....ฯลฯ
– WQT (Welder Qualification Test) คือการทดสอบช่างเชื่อม มีช่างเชื่อม มีวัสดุ มีเครื่องเชื่อมพร้อมอุปกรณ์ ทำการเชื่อมตาม WPS

– WPS (Welding Procedure Specification) คือ เป็นคู่มือ หรือ ขั้นตอนในการเชื่อมรอยต่อแบบนั้น ๆ จะบอกได้ว่าต้องมี

1. กระบวนการเชื่อม
2. ลักษณะรอยต่อ
3. ทำเชื่อม
4. วัสดุที่เชื่อม
5. ชนิดลวดเชื่อม
6. การให้ความร้อนก่อนเชื่อม หลังเชื่อม
7. กระแสไฟเชื่อม
8. ความเร็วในการเชื่อม
9. การต่อขั้วไฟฟ้า AC/DC เป็นต้น

จนกระทั่งเริ่มทำการเชื่อม, เชื่อมเสร็จ, ทำตรวจสอบ NDTหรือทำ PQR

– PQR (Procedure Qualification Record) คือ เป็นการทดสอบทางกลเพื่อเป็นการบันทึกว่าเชื่อมตาม WPS นั้นแล้ว ไม่ทำให้คุณสมบัติทางกลเสียหาย ตามที่ได้ออกแบบเอาไว้

จนกระทั่งทำผิวหน้า (Coating) หรือ ทำสี ล้วนแล้วแต่จะต้องมีข้อกำหนด หรือข้อข้อตกลงที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับกันทั้งนั้น

Code หมายถึง

Code ในงานเชื่อมหมายถึง เอกสารมาตรฐานในทางวิศวกรรม ที่เรายอมรับกันว่าเป็นกฎหมาย หรือเป็นส่วนหนึ่งของกฎหมาย ดังนั้นจะเห็นได้ว่า **Code** คือ สิ่งที่เราจำเป็นต้องทำตาม ถ้าหากถ้าไม่ทำตามผิดไหม คำตอบคือ ผิด ผิด คิดอย่างที่เราเข้าใจแบบง่ายนั้นคือ กฎหมายกำหนดมาแล้ว เราไม่ทำตามกฎหมายนั้นเอง ยกตัวอย่าง กฎหมายกำหนดไม่ให้เราขับรถเร็วเกินกำหนด 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แต่เราขับด้วยความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ผิดกฎหมายอย่างแน่นอนซึ่งวิธีสังเกต หรือข้อสังเกต มักจะพบคำว่า **Shall** (จะต้องทำ)หรือ **WHI** (ตัดสินใจทำ) เข้ามาเกี่ยวข้องใน **Code** นั้น หมายถึงว่า จะต้องทำ หรือ จำเป็นต้องทำ เลยนะครับ อย่าไปแปลว่า ควรจะนะครับ อย่าลืมนะว่า **Shall be** ในความหมายของ **Code** คือ คุณจำเป็นต้องทำตาม ซึ่งในลักษณะเดียวกัน **Shall not be** ในความหมายของ **Code** คือ ห้ามเลย เด็ดขาด กรณีเดียวกัน ยกตัวอย่าง เช่นในการเชื่อมท่อไอน้ำของ **Stream boiler** ในโรงกลั่นน้ำมัน อุณหภูมิใช้งานประมาณ 550 C"(หรือประมาณ1022 F*)ซึ่งตาม **Code** ที่ใช้งาน นั่นคือ ASME B31.1 - Power piping กำหนดเอาไว้ว่า

Filer metal หรือ ขออนุญาตใช้คำว่าลวดเติม ที่เราใช้นั้น % **Carbon** ในลวดเติมนั้น ห้ามต่ำกว่า 0.5% สำหรับกรณีการใช้งานที่อุณหภูมิที่สูงเกิน 850 F" (ประมาณ 450 C") ซึ่งดังนั้น หากเราพบว่าไม่สามารถที่จะเลือกใช้ลวดเชื่อม E7016 (ซึ่งมี % **Carbon** ประมาณ 0.08 96) สำหรับกระบวนการเชื่อมแบบ **SIMAW** หรือ **ER705- G** (ซึ่งมี % **Carbon** ประมาณ 0.1 %) สำหรับกระบวนการเชื่อมแบบ **GTAW** ซึ่งหากเราพบว่าเราเลือกใช้งาน หรือผู้รับเหมาเลือกใช้งาน จะเป็นการทำผิดตาม **Code** ซึ่งสามารถที่จะไม่ยอมรับ หรือสามารถ **Reject** ได้ในงานนั้น ๆ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

เนื่องจาก Code หรือกฎหมายนั้นได้ระบุไว้อย่างชัดเจน จะเห็นได้ว่าข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในลักษณะนี้ทำให้สูญเสียทั้งเงิน ทั้งเวลาอย่างมากมาย ซึ่งเป็นเรื่องที่เราไม่อยากจะเกิดขึ้น เป็นต้น

Code ที่เรามักจะพบอยู่บ่อยๆ ในวงการงานเชื่อมของประเทศไทยเรา ขอยกตัวอย่าง ทั้ง ISO, AWS, ASME, ASTM, AISI, API, JIS, และ DIN

- | | |
|-----------------|--|
| – ISO ย่อมาจาก | International Standardization Organization
มาตรฐานสากล เป็นมาตรฐานกลางที่ใช้อ้างอิงทั่วโลก หน่วยนับเป็นเมตริก |
| – AWS ย่อมาจาก | American Welding Society
สมาคมงานเชื่อมแห่งอเมริกา |
| – ASME ย่อมาจาก | American Society for Mechanical Engineering
สมาคมวิศวกรรมเครื่องกลแห่งอเมริกา |
| – ASTM ย่อมาจาก | American Society for Testing and Material
สมาคมเพื่อการทดสอบและวัสดุแห่งอเมริกา |
| – AISI ย่อมาจาก | American Iron and Steel Institute
สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งอเมริกา |
| – API ย่อมาจาก | American Petroleum Institut
สถาบันปิโตรเลียมแห่งสหรัฐอเมริกา |
| – JIS ย่อมาจาก | Japanese Industrial Standad
มาตรฐานของญี่ปุ่น หน่วยนับเป็นเมตริก |
| – DIN ย่อมาจาก | Deutsches Institut Fur Normung
มาตรฐานของเยอรมนี หน่วยนับเป็นเมตริก |

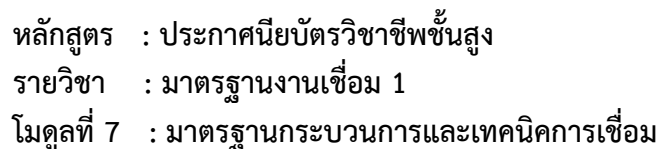
ISO Codes อาทิ เช่น

- | | |
|--------------|---|
| – ISO 9606-1 | มาตรฐานงานเชื่อม กระบวนการเชื่อม
SMAW(111), SAW(12), GTAW(141),
GMAW(131,135), FCAW(114,136) |
| – ISO 6947 | ตำแหน่งการเชื่อม-มุมเอียงและการหมุนชิ้นงาน |
| – ISO 5817 | ขอบเขตการยอมรับสำหรับการตรวจสอบชิ้นงาน
การตรวจสอบด้วย VT, PT, MT, UT, RT, ET |

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

AWS Codes อาทิ เช่น

- AWS D1.1	เชื่อมโครงสร้าง (เหล็ก)
- AWS D1.2	เชื่อมโครงสร้าง (อลูมิเนียม)
- AWS D1.3	เชื่อมโครงสร้าง (เหล็กแผ่น)
- AWS D1.4	เชื่อมโครงสร้าง (เหล็กแผ่นเสริม)
- AWS D1.5	เชื่อมสะพาน
- AWS D1.6	เชื่อมโครงสร้าง (สแตนเลส)
- AWS D1.7	เชื่อมโครงสร้าง (เสริมสร้างและซ่อมแซม)
- AWS D8.1	จุดเชื่อมยานยนต์
- AWS D8.8	ยานยนต์การเชื่อมอาร์ก (เหล็ก)
- AWS D8.14	ยานยนต์การเชื่อมอาร์ก (อลูมิเนียม)
- AWS D9.1	เชื่อมโลหะแผ่น
- AWS D10.12	เชื่อมท่อ (เหล็กอ่อน)
- AWS D10.18	เชื่อมท่อ (สแตนเลส)
- AWS D11.2	เชื่อม (เหล็กหล่อ)
- AWS A 5.1	ลวดเชื่อมไฟฟ้าเหล็กคาร์บอน E6010, E6013, E7018
- AWS A 5.2	ลวดเชื่อมแก๊ส
- AWS A 5.3	ลวดเชื่อมไฟฟ้าอลูมิเนียม E1100, E3003, E4033
- AWS A 5.4	ลวดเชื่อมไฟฟ้าสแตนเลส E308 L, E316L
- AWS A 5.15	ลวดเชื่อมไฟฟ้าเหล็กหล่อ
- AWS A 5.6	ลวดเชื่อมไฟฟ้าทองแดงและทองแดงผสม
- AWS A 5.9	ลวดเชื่อม GMAW (Stainless steel)
- AWS A 5.10	ลวดเชื่อม GMAW (Aluminum)
- AWS A 5.18	ลวดเชื่อม GMAW (Carbon Steel)
- AWS A 5.12	ลวดเชื่อม GTAW
- AWS A 5.17	ลวดเชื่อม SAW (Carbon Steel)
- AWS A 5.20	ลวดเชื่อม FCAW (Carbon Steel)



สอนครั้งที่ 13-14

ข้อ 4. ข้อควรปฏิบัติ

- | | |
|---|------------------------------------|
| - AWS A 5.22 | ลวดเชื่อม FCAW (Stainless steel) |
| AWS A 5.1 | ลวดเชื่อมไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ |
| | ตัวอย่าง AWS A 5.1 : E 6010, E6011 |
| L – 50 AWS | A 5.1 : E 6013 |
| JIS | Z 3211 : D 4313 |
| DIN | 1913 : E 43 32 AR 7 |
| L – 52 AWS | A 5.1 : E 7018 |
| JIS | Z 3211 : D 5016 |
| DIN | 1913 : E 51 32 RR 11 160 |
| L – 55 AWS | A 5.1 : E 7016 |
| E60xx , E70xx | |
| 60 X 1,000 ปอนด์/ ตารางนิ้ว | |
| 70 X 1,000 ปอนด์/ ตารางนิ้ว | |
| - ค่าความต้านทานแรงดึงระหว่าง 430 ถึง 550 เมกาปาสกาล ให้ใช้สัญลักษณ์ 43 | |
| - ค่าความต้านทานแรงดึงระหว่าง 510 ถึง 650 เมกาปาสกาล ให้ใช้สัญลักษณ์ 51 | |
| M = 106 Pa = 1 นิวตัน/ 1 ม ² ตารางเมตร | |
| 1 MPa = 106 N / 1 ม ² ตารางเมตร | |

การเริ่มงานเชื่อมใด ๆ ก็ตาม ผู้ออกแบบงานเชื่อมจะต้องมีการกำหนดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานเชื่อมก่อน ได้แก่ วัสดุที่จะนำมาเชื่อม วิธีการเชื่อม ชนิดและคุณสมบัติของลวดเชื่อม การกำหนดกระบวนการเชื่อมการทดสอบ กระบวนการเชื่อม และการทดสอบช่างเชื่อม จากข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้ จึงต้องมีกรรวบรวมข้อมูลและกำหนดข้อมูล ขึ้นมาเพื่อให้ได้แนวเชื่อมที่มีคุณภาพดี ได้มาตรฐานตรงตามที่ต้องการ ข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งบอกถึงวิธีการที่จะ ใช้ในการเชื่อม เรียกว่า "Welding Procedure Specification (WPS)" เมื่อกำหนดข้อมูลและวิธีการลงใน WPS แล้ว จึงดำเนินการทดสอบข้อมูลว่ามีคุณสมบัติตรงตามที่ต้องการหรือไม่ หลังจากนั้นนำผลการทดสอบไปเขียนลงใน เอกสารอีกฉบับหนึ่ง เรียกว่า "Procedure Qualification Record (POR)" เมื่อสรุปได้ว่าวิธีต่าง ๆ ที่กำหนดให้ WPS สามารถใช้งานได้ ก็ทำการทดสอบฝีมือช่างเชื่อมแต่ละคนว่ามีความสามารถตามที่ WPS กำหนดหรือไม่

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

มาตรฐานที่ใช้กำหนดและทดสอบ WPS และการทดสอบฝีมือช่าง มีหลายมาตรฐาน เช่น

1. WPS ตามมาตรฐาน ASME (American Society Of Mechanical Engineering) SECTION DX ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นมาตรฐานที่ใช้สำหรับงานเชื่อมถึงความดันและระบบท่อ
2. WPS ตามมาตรฐาน API (American Petroleum Institute) 1104 ประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นมาตรฐานที่ใช้สำหรับงานเชื่อมท่อ
3. WPS ตามมาตรฐาน AWS (American Welding Society) D1.1 ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นมาตรฐานที่ใช้สำหรับงานเชื่อมโครงสร้างเหล็ก
4. WPS ตามมาตรฐาน DIN (Deutsche Industrial Norm) 8560 ประเทศเยอรมัน เป็นมาตรฐานที่ใช้สำหรับงานเชื่อมทั่วไป

นอกจากมาตรฐานที่กล่าวมาแล้วในบางครั้งผู้ออกแบบหรือเจ้าของงานจะกำหนดข้อมูลเพิ่มเติมก็ได้ ไม่ว่าจะใช้มาตรฐานใดอ้างอิง ข้อกำหนดของผู้ออกแบบหรือข้อมูลที่เจ้าของงานเพิ่มเติมต้องถือว่าสำคัญกว่ามาตรฐาน เพราะทุกมาตรฐานอาจไม่ครอบคลุมสิ่งที่ออกแบบไว้ทั้งหมด

7.7. WPS ตามมาตรฐาน ASME SECTION IX

Welding Procedure Specification (WPS) หมายถึง ข้อกำหนดที่ผู้ออกแบบงานเชื่อมได้เป็นผู้กำหนดขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานเชื่อมแก่ช่างเชื่อมและผู้ควบคุมงานเชื่อมปฏิบัติตาม เพื่อให้งานเชื่อมมีคุณภาพ สิ่งที่ผู้ออกแบบกำหนดใน WPS เรียกว่า ตัวแปร (Variable)

7.7.1 การแบ่งประเภทของตัวแปรตามความสำคัญของกระบวนการเชื่อม

แบ่งได้ 3 ประเภท

1. ตัวแปรที่สำคัญ (Essential Variables)
2. ตัวแปรที่สำคัญเพิ่มเติม (Supplementary Essential Variables)
3. ตัวแปรที่ไม่สำคัญ (Non-Essential Variables)

ตัวแปรต่างๆ จะกำหนดความสำคัญตามชนิดของกระบวนการเชื่อมและถ้าเป็นโลหะพิเศษที่ต้องการทดสอบหาค่าความเหนียว ตัวแปรที่สำคัญเพิ่มเติมจะกลายเป็นตัวแปรที่สำคัญในการเปลี่ยนแปลงตัวแปรทั้ง 3 ประเภท โดยจะต้องเขียน WPS ขึ้นใหม่เสมอ แต่ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรที่สำคัญหรือตัวแปรที่สำคัญเพิ่มเติม จะต้องทำการทดสอบ WPS นั้นใหม่เช่นกัน

7.7.2 การแบ่งประเภทของตัวแปรเป็นกลุ่มตามชนิดของตัวแปร

ตัวแปรนอกจากจะแบ่งเป็น 3 ประเภท ตามความสำคัญของกระบวนการเชื่อมแล้ว ยังสามารถจัดเป็นกลุ่มตามชนิดของตัวแปรนั้น ๆ โดยแบ่งออกเป็น 10 กลุ่ม ดังนี้

1. กระบวนการเชื่อม (Welding Process) จะมีการระบุกระบวนการเชื่อมที่ใช้ โดยต้องมีการระบุด้วยว่าเป็นการเชื่อมด้วยมือ อัตโนมัติหรือกึ่งอัตโนมัติ ถ้าเชื่อมโดยใช้แก๊สปกคลุมต้องระบุว่าลวดเชื่อมเป็นชนิดสั่นเปลืองหรือไม่สั่นเปลือง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	หน่วยที่ 7
	รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1	สอนครั้งที่ 13-14
	โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	ชั่วโมงรวม 4

2. รอยต่อ (Joint) การออกแบบรอยต่องานเชื่อมที่กำหนดใน WPS ควรเขียนรูปและขนาดต่าง ๆ ลงในแบบให้ชัดเจนเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถเข้าใจได้ง่าย เช่น การบากหน้างาน ระยะความห่างของชิ้นงาน เป็นต้น ถ้าการเชื่อมมีแผ่นรองหลัง ต้องระบุชนิดของแผ่นรองหลังด้วย

3. ชิ้นงาน (Base Metal) ต้องระบุชนิดวัสดุที่จะนำมาเชื่อม ตามมาตรฐาน ASME (American Society Of Mechanical Engineering) lesscu P-Number และ Group Number และช่วงความหนาของชิ้นงาน ถ้าชิ้นงานเป็นท่อให้ระบุขนาดของท่อ หากวิธีในกระบวนการเชื่อมใช้วัสดุนอกเหนือไปจากมาตรฐาน ASME ต้องระบุส่วนผสมทางเคมีและสมบัติทางกล

ตารางที่ 7.1 แสดงการจัดกลุ่มชิ้นงาน P-NUMBER

DATA - P-NUMBERS						
QW-422						
P-NUMBERS						
Grouping of Base Metals for Qualification						
P No.	Spec. No.	Grade	Minimum Specified Tensile, ksi [Note (1)]	Type of Base Metal		Product Form
				Nominal Composition		
Steel and Steel Alloys						
1	SA-31	A	45	}	(C)	Rivets
		B	58			
	SA-36	—	58	(C-Mn-Si)	Plate	
	SA-53	Type S, Gr. A	48	(C)	Smls. Pipe	
		Type S, Gr. B	60	(C-Mn)	Smls. Pipe	
		Type E, Gr. A	48	(C)	Resistance Welded Pipe	
		Type E, Gr. B	60	(C-Mn)	Resistance Welded Pipe	
		Type F	45	(C)	Furnace Welded Pipe	
	SA-106	A	48	}	(C-Si)	Smls. Pipe
		B	60			
	SA-134	—	—			Of SA-283 and SA-285
	SA-178	A	47 ²	}	(C)	Electric-Resistance Welded (ERW) Tube
		C	60			
	SA-179	—	—		(C)	Smls. Tube
	SA-181	Cl. 60	60	(C-Si)	Pipe Flange	
	SA-192	—	47 ²	(C-Si)	Smls. Tube	
	SA-210	A-1	60	(C-Si)	Smls. Tube	
	SA-214	—	—	(C)	ERW Tube	
	SA-216	WCA	60	(C-Si)	Casting	
	SA-226	—	47 ²	(C-Si)	ERW Tube	
	SA-234	Marking WPB	60	(C-Mn-Si)	Piping Fitting	
	SA-266	Cl. 1	60	(C-Si)	Forging	
	SA-283	A	45	}	(C)	Plate
		B	50			
		C	55			
		D	60			
	SA-285	A	45	}	(C)	Plate
		B	50			
		C	55			
	SA-333	1	55	(C-Mn)	Smls. and Welded Pipe	
		6	60	(C-Mn-Si)	Smls. and Welded Pipe	
	SA-334	1	55	(C-Mn)	Welded Tube	
		6	60	(C-Mn-Si)	Welded Tube	

*หมายเหตุ : นอกจากกลุ่ม P-1 ที่แสดงในตารางแล้ว ยังมีกลุ่มวัสดุอื่นอีก ได้แก่ กลุ่ม P-3, P-4, P-5, P-6, P-7, P-8, P-9, P-10, P-21, P-31, P-41

4. โลหะเติม (Filler Metal) คือโลหะที่ใช้เติมลงไปในการเชื่อมของชิ้นงานที่จะเชื่อม โลหะเติมถูกแบ่งเป็นชนิดต่าง ๆ เช่นเดียวกับโลหะชิ้นงานโดยมาตรฐาน ASME (American Society Of Mechanical Engineering) ได้แบ่งโลหะเติมออกเป็นกลุ่ม ๆ เรียกว่า F-Number ซึ่งนอกจากจะแบ่งตามชนิดของโลหะเติมและตามชนิดของสารพอกหุ้มแล้ว ยังมีการแบ่งตามชนิดของส่วนผสมทางเคมีของลวดเชื่อมอีกด้วย โดยแบ่งตาม A-Number ซึ่งถือเป็นตัวแปร ในกรณีของเหล็กเท่านั้น

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

ตารางที่ 7.2 แสดงชนิดโลหะเติมตามมาตรฐาน ASME

QW-432
F-NUMBERS
Grouping of Electrodes and Welding Rods for Qualification

QW	F-No.	ASME Specification No.	AWS Classification No.
Steel and Steel Alloys			
432.1	1	SFA-5.1 & 5.5	EXX 20, EXX 24, EXX 27, EXX 28
	2	SFA-5.1 & 5.5	EXX 12, EXX 13, EXX 14
	3	SFA-5.1 & 5.5	EXX 10, EXX 11
	4	SFA-5.1 & 5.5	EXX 15, EXX 16, EXX 18, EXX 48
	4	SFA-5.4 other than austenitic	EXX 15, EXX 16
	5	SFA-5.4 (austenitic)	EXX 15, EXX 16
	6	SFA-5.2	RX
	6	SFA-5.17	FXX-EXX
	6	SFA-5.9	ERXX
	6	SFA-5.18	ERXXS-X
	6	SFA-5.20	EXXT-X
	6	SFA-5.22	EXXXT-X
	6	SFA-5.23	FXX-EXXX-X, FXX-ECXXX-X, and FXX-EXXX-Xn, FXX-ECXXX-XN
	6	SFA-5.25	FESXX-EXXXXX-EW
	6	SFA-5.26	EGXXTXXX
	6	SFA-5.28	ER-XXX-X and E-XXX-X
	6	SFA-5.29	EXXTX-X
	6	SFA-5.30	IN XXXX
Aluminum and Aluminum-Base Alloys			
432.2	21	SFA-5.10	ER 1100
	22	SFA-5.10	ER 5554, ER 5356, ER 5556, ER 5183, ER 5654
	23	SFA-5.10	ER 4043, ER 4047, ER 4145
	24	SFA-5.10	R-SC 51A, R356.0
Copper and Copper-Base Alloys			
432.3	31	SFA-5.6	ECu
	31	SFA-5.7	ER Cu
	31	SFA-5.27	ER Cu

ตารางที่ 7.3 แสดงชนิดโลหะเติมตาม A-Number

QW-442
A-NUMBERS
Classification of Ferrous Weld Metal Analysis for Procedure Qualification

Type of Weld Deposit	Analysis, % [Note (1)]					
	C	Cr	Mo	Ni	Mn	Si
Mild Steel	0.15	...	...	...	1.60	1.00
Carbon - Molybdenum	0.15	0.50	0.40-0.65	...	1.60	1.00
Chrome (0.4% to 2%) - Molybdenum	0.15	0.40-2.00	0.40-0.65	...	1.60	1.00
Chrome (2% to 6%) - Molybdenum	0.15	2.00-6.00	0.40-1.50	...	1.60	2.00
Chrome (6% to 10.5%) - Molybdenum	0.15	6.00-10.50	0.40-1.50	...	1.20	2.00
Chrome - Martensitic	0.15	11.00-15.00	0.70	...	2.00	1.00
Chromium - Ferritic	0.15	11.00-30.00	1.00	...	1.00	3.00
Chromium - Nickel	0.15	14.50-30.00	4.00	7.50-15.00	2.50	1.00
Chromium - Nickel	0.30	25.00-30.00	4.00	15.00-37.00	2.50	1.00
Nickel to 4%	0.15	...	0.55	0.80-4.00	1.70	1.00
Manganese - Molybdenum	0.17	...	0.25-0.75	0.85	1.25-2.25	1.00
Nickel - Chrome - Molybdenum	0.15	1.50	0.25-0.80	1.25-2.80	0.75-2.25	1.00

หมายเหตุ : ค่าที่ระบุค่าเดียวเป็นค่าสูงสุด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

5. ท่าเชื่อม (Welding Position) ต้องมีการกำหนดท่าเชื่อมทุกท่าอย่างละเอียดโดยระบุในทุกชั้นของการเชื่อม การระบุท่าเชื่อมหลาย ๆ ท่ารวมกันสามารถทำได้หากสามารถแสดงถึงท่าเชื่อมนั้นได้อย่างชัดเจนเช่น การวาดรูปประกอบ เป็นต้น

6. การอุ่นชิ้นงาน (Preheat) หมายถึง การให้ความร้อนกับโลหะชิ้นงานที่จะทำการเชื่อมให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งโดยปกติจะกระทำเมื่อโลหะนั้นมีคุณสมบัติในการเชื่อมไม่ดีไวต่อการแตกร้าวหรือโลหะที่มีความหนามาก อุณหภูมิที่ใช้ในการอุ่นชิ้นงานจะถูกกำหนดโดยมาตรฐานที่ใช้สำหรับออกแบบชิ้นงานนั้นและถือเป็นตัวแปรที่สำคัญสำหรับทุกกระบวนการเชื่อม ในกรณีที่อุณหภูมิลดลงมากกว่า 37 องศาเซลเซียส

7. กระบวนการทางความร้อนหลังการเชื่อม (Post Weld Heat Treatment) หมายถึงการให้ความร้อนกับแนวเชื่อมหลังการเชื่อมด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยเขียนย่อ ๆ ว่า PWHT ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยลดความเค้นภายในแนวเชื่อม การทำ PWHT ต้องกำหนดข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

- (1) อุณหภูมิที่ทำการอบชิ้นงาน
 - (2) ช่วงเวลาที่จะรักษาอุณหภูมิในการอบ
 - (3) อัตราการเพิ่มและลดอุณหภูมิ
 - (4) การให้ความร้อนกับแนวเชื่อมหลังการเชื่อม (PWHT) หลังจากการเชื่อมเสร็จทันที หรือภายในเวลาที่กำหนด
 - (5) วิธีการทำ PWHT และการควบคุมอุณหภูมิ
- การกำหนดข้อมูลเกี่ยวกับการทำ PWHT ที่กล่าวมานี้ จะถูกกำหนดโดยมาตรฐานที่ใช้ออกแบบชิ้นงาน และถือว่าเป็นตัวแปรสำคัญสำหรับทุกกระบวนการเชื่อม

8. แก๊ส (Gas) สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับแก๊ส ต้องมีการกำหนดลงใน WPS มีดังนี้

- (1) ชนิดของแก๊สที่ใช้
 - (2) อัตราส่วนผสม (ในกรณีที่ใช้แก๊สผสม) หรือแก๊สบริสุทธิ์
 - (3) อัตราการไหล (ปริมาตรต่อเวลา)
 - (4) ใช้แก๊สรองหลัง (Backing Gas) ด้วยหรือไม่
- การกำหนดข้อมูลเกี่ยวกับแก๊สที่กล่าวมาแล้ว ถือเป็นตัวแปรที่สำคัญทั้งสิ้น

9. สมบัติทางไฟฟ้าของการเชื่อม (Electrical Characteristics) เนื่องจากความร้อนที่เกิดจากการอาร์กจะมีผลกระทบโดยตรงกับสมบัติของโลหะที่ต้องการทดสอบความเหนียว สภาพไฟฟ้าจึงเป็นตัวแปรสำคัญเพิ่มเติมที่ต้องกำหนดข้อมูลต่อไปนี้ให้ชัดเจน

- (1) ชนิดของขั้วไฟฟ้า (DCEN , DCEP หรือ AC)
- (2) ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ ต้องระบุในทุก ๆ ชั้นของแนวเชื่อม
- (3) แรงเคลื่อนไฟฟ้าต้องระบุในทุก ๆ ชั้นของแนวเชื่อม
- (4) อัตราการป้อนลวด
- (5) ความเร็วในการเชื่อม (ความยาวของแนวเชื่อมต่อเวลา)
- (6) ขนาดของแท่งทั้งส텐(ในกระบวนการเชื่อมทิก)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

10. เทคนิค (Technique) เป็นตัวแปรย่อย ๆ ที่ยากต่อการจัดรวมในตัวแปรใหญ่ ซึ่งตัวแปรในเรื่องเทคนิคนี้ขึ้นอยู่กับแต่ละกระบวนการเชื่อมและส่วนใหญ่จะเป็นตัวแปรที่ไม่สำคัญ เช่น วิธีทำความสะอาดวิธีการเซาะด้านหลัง เป็นต้น

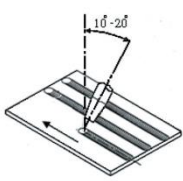
7.8 การอ่านเอกสารข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม

เอกสารข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อมหรือ Welding Procedure Specification (WPS) มีหลายรูปแบบสำหรับในบทเรียนนี้จะยกตัวอย่างมา 2 แบบ ได้แก่ ANS และ ASME

ข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม งานเชื่อมทิก (TIG)การเริ่มต้นอาร์กและควบคุมบ่อหลอมเหลวตามมาตรฐาน AWS.D1.1 WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS) AWS.D1.1

Company <u>Rayong Welding Shop</u> Welding Process (es) <u>TIG</u> Supporting PQR No. (s) <u>N/A</u>	Identification _____ Revision <u>1</u> Date <u>JANUARY, 2009</u> Type-Manual (☒) Semi-Automatic (☐) Machine (☐) Automatic (☐)
JOINT DESIGN USED : Type <u>เริ่มต้นอาร์กและควบคุมบ่อหลอมเหลว</u> Single (☐) Double (☐) Backing: Yes (☐) No (☐) Backing Material _____ Root Opening _____ Root Face Dim. _____ Groove Angle _____ Radius <u>N/A</u> Back Gouging Yes (☐) Method _____	POSITION Position <u>Flat</u> <u>Fillet</u> Vertical Progression <u>Up (☐)</u> <u>Down (☐)</u>
BASE METALS Material Spec. <u>Carbon Steel</u> Type or Grade _____ Thickness <u>3 m.m.</u> <u>Fillet</u> Diameter (Pipe) _____	ELECTRICAL CHARACTERISTICS Tungsten Electrode Size Type <u>Dia 1/16 In (1.6 m.m.)</u> <u>Thoriated 2%</u> Current AC (☐) DCEP (☐) DCEN (☒) PULSED (☐) Other <u>None</u>
FILLER METALS : AWS Specification _____ AWS Classification _____	TECHNIQUE Stringer or Weave Bead: <u>Weave</u> Multi-pass or Single Pass (per side) <u>Multi-pass</u> Number of Electrode <u>Single</u> Electrode Spacing _____ Longitudinal <u>N/A</u> Lateral <u>N/A</u> Angle <u>N/A</u>
SHIELDING Flux <u>N/A</u> Gas <u>CO₂</u> Composition <u>N/A</u> Electrode Flux (Class) <u>N/A</u> Flow rate <u>15-20 cft</u> Gas Cup Size <u>4,5,6</u>	Electrical Stickout <u>N/A</u> Peening <u>N/A</u> Interpass Cleaning <u>wire brush</u>
PREHEAT: Preheat Temp., _____ Interpass Temp., _____	POSTWELD HEAT TREATMENT Temp <u>None</u> Time <u>N/A</u>

WELDING PROCEDURE

Pass or Electrode	Process	Filler Metal		Current		Wire Speed (in/m)	Volts	Travel Speed (cm/min)	Joint Detail
		Class	Dia. (mm)	Type & Polarity	Amps				
	TIG			DCE N	75- 100		8- 13	2-5	

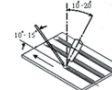
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7 สอนครั้งที่ 13-14 ชั่วโมงรวม 4
---	--	--

ข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม งานเชื่อมทิก (TIG) เติมนวทำราบแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนโดยใช้ลวดเติม
ตามมาตรฐาน AWS.D1.1

WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS) AWS.D1.1

Company: Rayong Welding Shop		Identification: 1 Date: FEBRUARY, 2009	
Welding Process (in): TIG		Revision: 1	
Supporting PQR No. (s): N/A		Type Manual (X) Semi-Automatic ()	
		Machine () Automatic ()	

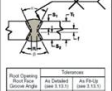
JOINT DESIGN USED:		POSITION:	
Type: เติมนวทำราบ		Position: Flat	Fillet
Single () Double ()		Vertical Progression: Up () Down ()	
Backing: Yes () No ()		ELECTRICAL CHARACTERISTICS	
Backing Material:		Tungsten Electrode Size Type: Dia. 1/16 in. (1.6 mm.)	
Root Opening:		Throated 2%	
Groove Angle:	Radius N/A	Current: AC () DCEP () DCEN (X) PULSED ()	
Back Gouging: Yes () Method:		Other: None	
BASE METALS:		TECHNIQUE:	
Material Spec: Carbon Steel		Stringer or Weave Bead: Weave	
Type or Grade:		Multipass or Single Pass (per side): Multi-pass	
Thickness: Fillet 6 mm.		Number of Electrode: Longitudinal N/A	
Diameter (Pipe):		Electrode Spacing: Lateral N/A	
FILLER METALS:		Angle N/A	
AWS Specification: AS 18		Electrical Stickout: N/A	
AWS Classification: ER 70S-G		Peening: N/A	
SHIELDING:		Interpass Cleaning: wire brush	
Flux: N/A Gas: CO ₂		POSTWELD HEAT TREATMENT	
Electrode Flux (Class): N/A Composition: N/A		Temp: None	
Electrode Flux (Class): N/A Flow rate: 15-20 cfm		Time: N/A	
Electrode Flux (Class): N/A Gas Cup Size: 4.5A			
PREHEAT:			
Preheat Temp.:			
Interpass Temp.:			

Pass or Electrode	Process	Filler Metal Class	Filler Metal Dia. (mm)	Current Type & Polarity	Amps	Wire Speed (mm/min)	Volts	Travel Speed (mm/min)	Joint Detail
All (F, H, V, OH)	TIG	ER70S-G	2.4 mm	DCEN	75-100		8-13	2-5	

WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS) Yes (X)
PREQUALIFIED Yes () QUALIFIED BY TESTING Yes (X)
or PROCEDURE QUALIFICATION RECORDS (PQR) Yes ()

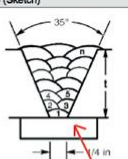
Company: Phaddee Engineering Int., Co., LTD.		Identification: WPS-B-429-36A-1-4G	
Welding Process (in): SMAW - DC		Revision: 1 Date: March, 2004	
Supporting PQR No. (s): N/A		Type Manual (X) Semi-Automatic ()	
		Machine () Automatic ()	

JOINT DESIGN USED:		POSITION:	
Type: B-429b, Double "Y" Butt Groove		Position: 2G (F, H)	Fillet: 2G (F, H)
Single () Double (X)		Vertical Progression: Up (X) Down ()	
Backing: Yes (X) No ()		ELECTRICAL CHARACTERISTICS	
Backing Material: Weld and/or base metal		Transfer Mode (GMAW): Globular () Spray ()	
Root Opening: 0-3mm	Root Face Dim: 0-3 mm	Current: AC (X) DCEP (X) DCEN () PULSED ()	
Groove Angle: 60°	Radius: N/A	Other: None	
Back Gouging: Yes (X) Method: grind and/or arc		TECHNIQUE	
BASE METALS:		Stringer or Weave Bead: Either	
Material Spec: AS 63101 to AS 63101		Multipass or Single Pass (per side): Single	
Type or Grade: SS 304		Number of Electrode: Longitudinal N/A	
Thickness: Groove: 3-25 mm. Fillet: All		Electrode Spacing: Lateral N/A	
Diameter (Pipe): Over 400 mm.		Angle N/A	
FILLER METALS:		Electrical Stickout: N/A	
AWS Specification: AS 63101		Peening: N/A	
AWS Classification: E7018		Interpass Cleaning: Chipping, grinding or wire brush	
SHIELDING:		POSTWELD HEAT TREATMENT	
Flux: N/A Gas: N/A		Temp: None	
Electrode Flux (Class): N/A Composition: N/A		Time: N/A	
Electrode Flux (Class): N/A Flow rate: N/A			
Electrode Flux (Class): N/A Gas Cup Size: N/A			
PREHEAT: 0-150°C (300-300°F)			
Minimum See Table below			
Interpass Temp. Maximum 280°C (500°F)			

Pass or Electrode	Process	Filler Metal Class	Filler Metal Dia. (mm)	Current Type & Polarity	Amps	Wire Speed (mm/min)	Volts	Travel Speed (mm/min)	Joint Detail
APPROX	SMAW	E7018	3.2	DCEP	80-130	N/A	20-22	15-20	
+	SMAW	E7018	4.0	DCEP	110-180	N/A	22-24	18-30	
+	SMAW	E7018	5.2	AC	80-180	N/A	18-20	15-20	
+	SMAW	E7018	6.0	AC	110-190	N/A	18-20	18-30	

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7 สอนครั้งที่ 13-14 ชั่วโมงรวม 4
---	--	--

ตารางที่ 7.4 Welding Procedure Specification

WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)																																																													
ABC 1 Company Name J. Jones Authorized by 2 Date 12/01/2020		ABC-WPS-001 3 WPS No. ABC-WPS-001 4 Supporting PQR(s) Rev. No. 0 Date 12/01/2020 No 5 CVN Report																																																											
BASE METALS 6 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Specification</th> <th>Type or Grade</th> <th>AWS Group No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Base Material</td> <td>ASTM A131</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>Welded To</td> <td>ASTM A131</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>Backing Material</td> <td>ASTM A131</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>Other</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Specification	Type or Grade	AWS Group No.	Base Material	ASTM A131	A	Welded To	ASTM A131	A	Backing Material	ASTM A131	A	Other			BASE METAL THICKNESS 7 <table border="1"> <thead> <tr> <th>As-Welded</th> <th>With PWHT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CJP Groove Welds</td> <td>3/4-1-1/2 in</td> </tr> <tr> <td>CJP Groove w/CVN</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>PJP Groove Welds</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Fillet Welds</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>DIAMETER</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		As-Welded	With PWHT	CJP Groove Welds	3/4-1-1/2 in	CJP Groove w/CVN	-	PJP Groove Welds	-	Fillet Welds	-	DIAMETER	-																															
Specification	Type or Grade	AWS Group No.																																																											
Base Material	ASTM A131	A																																																											
Welded To	ASTM A131	A																																																											
Backing Material	ASTM A131	A																																																											
Other																																																													
As-Welded	With PWHT																																																												
CJP Groove Welds	3/4-1-1/2 in																																																												
CJP Groove w/CVN	-																																																												
PJP Groove Welds	-																																																												
Fillet Welds	-																																																												
DIAMETER	-																																																												
JOINT DETAILS 8 Groove Type Single V Groove Butt Joint Groove Angle 35° included Root Opening 1/4 in Root Face - Backgouging None Method -		JOINT DETAILS (Sketch) 9 																																																											
POSTWELD HEAT TREATMENT 10 Temperature None Time at Temperature - Other -																																																													
PROCEDURE 11 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Weld Layer(s)</th> <th>Weld Pass(es)</th> <th>Process</th> <th>Type (Shielding, Mechanized, etc.)</th> <th>Position</th> <th>Filler Metal (AWS Spec.)</th> <th>AWS Classification</th> <th>Diameter</th> <th>Shielding Gas (Composition)</th> <th>Flow Rate</th> <th>Nozzle Size</th> <th>Preheat Temperature</th> <th>Interpass Temperature</th> <th>Electrical Characteristics</th> <th>Transfer Mode</th> <th>Power Source Type (cc, cv, etc.)</th> <th>Amps</th> <th>Volts</th> <th>Wire Feed Speed</th> <th>Travel Speed</th> <th>Maximum Heat Input</th> <th>Technique</th> <th>Stringer or Weave</th> <th>Multi or Single Pass (per side)</th> <th>Oscillation (Mechanical, Automatic)</th> <th>Number of Electrodes</th> <th>Contact Tube to Work Dist.</th> <th>Peening</th> <th>Interpass Cleaning</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>All</td> <td>All</td> <td>FCAW</td> <td>Semi-auto</td> <td>OH</td> <td>AS-20</td> <td>E71T-1C</td> <td>0.045 in</td> <td>100% CO₂</td> <td>45-55 cth</td> <td>#4</td> <td>60° min.</td> <td>60°-350°</td> <td>DCEP</td> <td>-</td> <td>CV</td> <td>180-220</td> <td>25-26</td> <td>(inches)</td> <td>8-12 ipm</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>Stringer</td> <td>Multipass</td> <td>-</td> <td>1</td> <td>1/2-1 in</td> <td>None</td> <td>Wire Brush</td> </tr> </tbody> </table>				Weld Layer(s)	Weld Pass(es)	Process	Type (Shielding, Mechanized, etc.)	Position	Filler Metal (AWS Spec.)	AWS Classification	Diameter	Shielding Gas (Composition)	Flow Rate	Nozzle Size	Preheat Temperature	Interpass Temperature	Electrical Characteristics	Transfer Mode	Power Source Type (cc, cv, etc.)	Amps	Volts	Wire Feed Speed	Travel Speed	Maximum Heat Input	Technique	Stringer or Weave	Multi or Single Pass (per side)	Oscillation (Mechanical, Automatic)	Number of Electrodes	Contact Tube to Work Dist.	Peening	Interpass Cleaning	All	All	FCAW	Semi-auto	OH	AS-20	E71T-1C	0.045 in	100% CO ₂	45-55 cth	#4	60° min.	60°-350°	DCEP	-	CV	180-220	25-26	(inches)	8-12 ipm	-	-	Stringer	Multipass	-	1	1/2-1 in	None	Wire Brush
Weld Layer(s)	Weld Pass(es)	Process	Type (Shielding, Mechanized, etc.)	Position	Filler Metal (AWS Spec.)	AWS Classification	Diameter	Shielding Gas (Composition)	Flow Rate	Nozzle Size	Preheat Temperature	Interpass Temperature	Electrical Characteristics	Transfer Mode	Power Source Type (cc, cv, etc.)	Amps	Volts	Wire Feed Speed	Travel Speed	Maximum Heat Input	Technique	Stringer or Weave	Multi or Single Pass (per side)	Oscillation (Mechanical, Automatic)	Number of Electrodes	Contact Tube to Work Dist.	Peening	Interpass Cleaning																																	
All	All	FCAW	Semi-auto	OH	AS-20	E71T-1C	0.045 in	100% CO ₂	45-55 cth	#4	60° min.	60°-350°	DCEP	-	CV	180-220	25-26	(inches)	8-12 ipm	-	-	Stringer	Multipass	-	1	1/2-1 in	None	Wire Brush																																	
วัสดุรองหลัง (Backing Material)																																																													

จากตาราง Welding Procedure Specification

- ความหมาย เลข 1 ชื่อบริษัทที่เขียน Welding Procedure Specification
- เลข 2 ผู้มีอำนาจรับรอง พร้อมวันที่ อนุมัติ
- เลข 3 หมายเลขเอกสาร WPS
- เลข 4 หมายเลขเอกสาร PQR ที่รับรองคุณสมบัติทางกลของ Welding Procedure Specification
- เลข 5 หมายเลขเอกสารผลการทดสอบ
- เลข 6 ระบุชิ้นงาน (Base Metal) ชนิดวัสดุ เกรด และหมายเลขกลุ่ม รวมทั้งวัสดุรองหลัง
- เลข 7 ความหนาของชิ้นงาน
- เลข 8 รายละเอียดรอยต่อ
- เลข 9 ภาพร่องรอยต่อ
- เลข 10 การอบคลายความเครียดหลังเชื่อม
- เลข 11 ขั้นตอนปฏิบัติงานเชื่อม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

- เลข 12 ระบุกระบวนการเชื่อม
- เลข 13 ทำเชื่อม
- เลข 14 ระบุรายละเอียดลวดเชื่อม
- เลข 15 แก๊สปกคลุม
- เลข 16 อุณหภูมิเผาขึ้นงานก่อนเชื่อม
- เลข 17 การปรับตั้งลักษณะทางไฟฟ้าในการเชื่อม
- เลข 18 ค่าความร้อนนำเข้าสู่ที่ยอมให้
- เลข 19 เทคนิคการเชื่อม

Standard คือ เอกสารระบุวิธีปฏิบัติ ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป ในระหว่างขั้นตอนการผลิต ซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพของชิ้นส่วนที่ผลิต ไม่ว่าจะเป็นวิธีการปรับแต่งเครื่องมือ วิธีการทดสอบ ขอบเขต สภาพแวดล้อมและตัวแปรอื่นๆ เพื่อให้สิ่งที่เรานั้น เป็นไปในแนวทางเดียวกัน ดังนั้นเราจะเห็นได้ว่าในบางครั้ง เราไม่จำเป็นต้องทำตาม **standard** ก็สามารถทำได้ เนื่องจากไม่ผิดกฎหมายใดๆ นั่นเอง

ในบางครั้งนั้น เราจะพบว่า **Standard** บางตัวจำเป็นที่เราจะต้องปฏิบัติตาม หรือที่เรานิยมเรียกกันว่า คำสั่ง (**Mandatory**) ซึ่งถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของกฎหมาย หรือ **Code** นั่นเอง จำเป็นจะต้องทำตาม ไม่ทำตามไม่ได้ และ เช่นเดียวกัน ใน **Standard** บางตัวไม่มีการบังคับว่าจะต้องทำตาม หรือที่เรานิยมเรียกกันว่าคำสั่ง **mandatory** นั่นก็คือเป็นแนวทางให้ เป็น การชี้แนะ (**Grideline**) ให้เฉยๆ ไม่มีการบังคับ ซึ่งเราสามารถจะปฏิบัติตาม หรือไม่ปฏิบัติตามก็ได้ ซึ่งข้อสังเกตที่มักพบคือ มักจะพบคำว่า **should be** หรือ **could be** (ควรจะ...) มาแทนที่คำว่า **shall be** หรือ **will be** ซึ่งสามารถพบได้ชัดเจน

ยกตัวอย่าง หากเราจะสร้างถังน้ำมันโดยการเชื่อม ชักใบหนึ่ง **Standard** ที่เราใช้ในระหว่างขั้นตอนการผลิตถังใบนี้ เราจะทำตาม **API 650 (Welded steel tanks for oil storage)** หรือ เราจะทำ RT งานเชื่อมเหล็ก โดยที่เราจะเลือกใช้ **Standard** ของ **JIS Z 3104 Method of radiographic test and classification of radiographs for steel welds** เป็นต้น

ซึ่งทั้งนี้ และทั้งนั้น **Standard** สามารถที่จะกล่าวอ้างอิงไปถึง **Code** ให้เราปฏิบัติตาม **Code** ได้ หรืออาจกล่าวได้ว่า เมื่อ **Standard** นั้นๆกล่าวอ้างอิงไปถึง **Code** นั้น ๆ เราจำเป็นต้องปฏิบัติ หรือทำตาม **Code** นั้น ๆ ได้กล่าวเอาไว้

กรณีเดียวกัน ขอยกตัวอย่างในการสร้างน้ำมันถังโดยการเชื่อม แน่นอนว่าเราจะทำตาม **API 650 (Welded steel tanks for oil storage)** nanอ้างอิงไปถึงการตรวจสอบด้วยวิธีภาพถ่ายด้วยรังสี หรือการทำ RT นั้น เทคนิคที่เราใช้ **API 650** จะกล่าวอ้างอิงไปยัง **ASME Code** ตาม ข้อบังคับ **Section V** ซึ่งเราก็มีความจำเป็นต้องทำตามเทคนิคตาม ข้อบังคับ **Section V**ใน **ASME Code** กำหนด ไม่ทำตามไม่ได้แน่ครับ เพราะเนื่องจาก กฎหมาย หรือว่า **Code** ได้เข้ามามีบทบาทตรงส่วนนี้แล้วนั่นเอง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

Specification หมายถึงโดยทั่วไปแล้ว Specification มักจะหมายถึง เอกสารที่แสดงถึงรายละเอียดของชิ้นส่วนในภาพรวม เกี่ยวกับลักษณะ หรือความต้องการโดยเฉพาะ เช่น เงื่อนไข หรือสมบัติเฉพาะตัว เป็นต้น ซึ่ง specification นั้น จะเป็นเอกสารบังคับเมื่อถูกใช้โดย Code หรืออยู่ในสัญญา ยกตัวอย่างเช่น เมื่อเราพูดถึง ASME Code ในส่วนของ Section IX ใน ข้อบังคับ IV-Welding data, QW-430 F-Number ก็จะมีการแบ่งหรือ ทำการจัดหมวดหมู่ของ Specification ในส่วนของ Grouping of electrodes and welding rods for qualifications 15 เป็นลำดับเพื่อความสะดวก หากพูดถึง ลวดเชื่อมไฟฟ้า EXX16 หรือ EXX18 ก็ล้วนจัดอยู่ใน Specification ของ SFA-5.1 ตามที่ ASME Code ส่วนของ Section IX กล่าวอ้างถึง หรือ หากเราจะพูดถึง Specification ของลวดเชื่อมตาม A-5.1 หรือ SFA-5.1 Specation for welding rods, electrode and filler metals (ตาม ASME Code Section II part C) ก็จะกล่าวเอาไว้ว่า หากเป็น ลวดเชื่อมที่กำหนดว่า Specification SFA-5.1 นั้นจำเป็นจะต้องมีคุณสมบัติตามนี้ มี tensile strength ตามนี้ มี Yield strength ตามนี้ แม้แต่ส่วนผสมทางเคมี รวมไปถึงการบรรจุหีบห่อ ก็มีความจำเป็นต้องเป็นไปตามที่ระบุเอาไว้สำหรับ Specification นั้นๆ ด้วย เนื่องจากกฎหมาย หรือ Code ได้เข้ามาระบุไว้อย่างชัดเจน ซึ่งก็เช่นเดียวกันคือ ห้ามอยู่นอกเหนือข้อกำหนดเด็ดขาดนั่นเอง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 7

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงอธิบายความหมายของ WPS

2. จงอธิบายความหมายของ PQR

3. WPS ตามมาตรฐาน AWS D1.1- ASME SECTION IX - API 1104 เป็นมาตรฐานสำหรับงานเชื่อมชนิดใด

4. เพราะเหตุใดผู้ออกแบบหรือเจ้าของงานสามารถกำหนดข้อมูลเพิ่มเติมใน WPS ได้ ไม่ว่าจะใช้มาตรฐานใดอ้างอิง

5. ตัวแปร (Variables) ตามมาตรฐาน ASME SECTION IX แบ่งเป็นกี่ประเภท ได้แก่ อะไรบ้าง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

ใบเฉลยแบบฝึกหัดโมดูลที่ 7

1. จงอธิบายความหมายของ WPS

อธิบายความหมายและความสำคัญของ WPS ดังนี้:

ความหมาย: WPS คือเอกสารที่ระบุรายละเอียดทั้งหมดที่จำเป็นสำหรับการปฏิบัติงานเชื่อมเฉพาะงาน เพื่อให้มั่นใจว่าการเชื่อมจะเป็นไปตามมาตรฐานและข้อกำหนดที่ต้องการ

2. จงอธิบายความหมายของ PQR

PQR เป็นเอกสารสำคัญที่บันทึกผลการทดสอบและรับรองกรรมวิธีการเชื่อม เพื่อยืนยันว่า WPS สามารถใช้งานได้จริงและให้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ PQR มีบทบาทสำคัญในการประกันคุณภาพงานเชื่อมและการรับรองมาตรฐานการเชื่อม

3. WPS ตามมาตรฐาน AWS D1.1 - ASME SECTION IX - API 1104 เป็นมาตรฐานสำหรับงานเชื่อมชนิดใด

- AWS D1.1: งานเชื่อมโครงสร้างเหล็ก
- ASME Section IX: งานเชื่อมหม้อไอน้ำ ถึงความดัน และท่อในอุตสาหกรรม
- API 1104: งานเชื่อมท่อส่งในอุตสาหกรรมน้ำมันและก๊าซ

4. เพราะเหตุใดผู้ออกแบบหรือเจ้าของงานสามารถกำหนดข้อมูลเพิ่มเติมใน WPS ได้ ไม่ว่าจะใช้มาตรฐานใดอ้างอิง

WPS ช่วยให้เอกสารมีความสมบูรณ์ ตรงตามความต้องการเฉพาะของงาน และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ทั้งยังช่วยให้มั่นใจได้ว่างานเชื่อมจะมีคุณภาพและความปลอดภัยสูงสุด

5. ตัวแปร (Variables) ตามมาตรฐาน ASME SECTION IX แบ่งเป็นกี่ประเภท ได้แก่ อะไรบ้าง

การแบ่งประเภทของตัวแปรตามความสำคัญของกระบวนการเชื่อมแบ่งได้ 3 ประเภท

1. ตัวแปรที่สำคัญ (Essential Variables)
2. ตัวแปรที่สำคัญเพิ่มเติม (Supplementary Essential Variables)
3. ตัวแปรที่ไม่สำคัญ (Non-Essential Variables)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

ใบปฏิบัติงานโมดูลที่ 7

เรื่อง มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม

ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 3 – 4 คน ศึกษาและค้นคว้า นำเสนอข้อมูลที่ได้ศึกษาและค้นคว้า เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในห้องเรียน

1. ให้นักเรียนนำเสนอผลงานการวิเคราะห์กรณีศึกษาและการเสนอแนวทางการควบคุมคุณภาพงานเชื่อมของแต่ละกลุ่ม



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

แบบทดสอบหลังเรียนโมดูลที่ 7

- คำชี้แจง :** 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ
2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 30 นาที
- มาตรฐานใดที่ใช้สำหรับการเชื่อมโครงสร้างเหล็กในประเทศสหรัฐอเมริกา?
 - AWS D1.1/D1.1M
 - ISO 3834
 - ASME Section IX
 - EN 1090
 - มาตรฐานใดที่ระบุหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้ประสานงานการเชื่อม?
 - AWS D1.3
 - ASME B31.1
 - ISO 14731
 - EN 1090
 - มาตรฐานใดที่ใช้สำหรับการเชื่อมท่อแรงดันสูง?
 - AWS D1.1/D1.1M
 - ASME Section IX
 - ASME B31.1
 - ISO 3834
 - มาตรฐานใดที่ใช้สำหรับการผลิตและการตรวจสอบโครงสร้างเหล็กและอลูมิเนียมในยุโรป?
 - AWS D1.1/D1.1M
 - ASME Section IX
 - ISO 3834
 - EN 1090
 - มาตรฐานใดที่เป็นแนวทางในการออกแบบและประเมินความเหนียวล้าของโครงสร้างเหล็ก?
 - AWS D1.1/D1.1M
 - ISO 3834
 - ASME Section IX
 - BS 7608

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลที่ 7

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				



คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน
 สรุปผล () ผ่านเกณฑ์
 () ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ
 (.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 7 : มาตรฐานกระบวนการและเทคนิคการเชื่อม	หน่วยที่ 7
		สอนครั้งที่ 13-14
		ชั่วโมงรวม 4

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลที่ 7

ข้อที่	คำตอบ
1.	ก
2.	ค
3.	ค
4.	ง
5.	ง



หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567

รายวิชา มาตรฐานงานเชื่อม 1 รหัสวิชา 30103-2003

บทเรียนโมดูลที่ 8

เรื่อง งานตรวจสอบงานเชื่อม

โดย

นางสาวเบญจวรรณ สังฆานาคินทร์

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ



หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1
โมดูลที่ 8 : งานตรวจสอบงานเชื่อม

หน่วยที่ 8

สอนครั้งที่ 15-16

ชั่วโมงรวม 4

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 8 : งานตรวจสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 8
		สอนครั้งที่ 15-16
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 8

คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

ก่อนที่จะเริ่มต้นศึกษาวิชามาตรฐานงานเชื่อม 1 นี้ ควรจะศึกษารายละเอียดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชา มาตรฐานงานเชื่อม 1 เพื่อจะได้มีแนวคิดเกี่ยวกับงานตรวจสอบงานเชื่อมและเป็นการเตรียมพร้อมที่จะศึกษา วิชานี้

ส่วนประกอบบทเรียนโมดูลประกอบด้วย

1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบกระดาษคำตอบ
2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ใบจุดประสงค์
4. ใบความรู้
5. ใบแบบฝึกหัด
6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด
7. ใบปฏิบัติงาน
8. ใบแบบทดสอบหลังเรียนและใบกระดาษคำตอบ
9. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 8 : งานตรวจสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 8
		สอนครั้งที่ 15-16
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 8

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
3. ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
4. บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 8 : งานตรวจสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 8
		สอนครั้งที่ 15-16
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 8

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล (ต่อ)

- เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน
- ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง
- เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
- ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
- ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมทบทวนเนื้อหา
ของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 8 : งานตรวจสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 8
		สอนครั้งที่ 15-16
		ชั่วโมงรวม 4

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูลที่ 8

หลักการและเหตุผล (Prospectus)

ก่อนที่จะเริ่มต้นศึกษาวิชามาตรฐานงานเชื่อม 1 นี้ ควรจะศึกษารายละเอียดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชา มาตรฐานงานเชื่อม 1 เสียก่อน เพื่อจะได้มีแนวคิดเกี่ยวกับวิชามาตรฐานงานเชื่อม 1 และเป็นการเตรียมพร้อม ที่จะศึกษาวิชานี้ รวมทั้งแนวทางการศึกษาต่อ ซึ่งเนื้อหาที่จะนำมาศึกษาในโมดูลนี้ จะมีเนื้อหาเกี่ยวกับ งาน ตรวจสอบงานเชื่อม

จุดมุ่งหมาย (Objective)

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในเรื่องงานตรวจสอบงาน เชื่อม

ความรู้พื้นฐาน (Prerequisites)

ในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้ให้ได้ผลดีนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานด้านงานตรวจสอบงาน เชื่อม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 8 : งานตรวจสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 8
		สอนครั้งที่ 15-16
		ชั่วโมงรวม 4

แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลที่ 8

- คำชี้แจง :**
- แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ
 - ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
 - เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 30 นาที
- สิ่งใดที่ทำให้ช่วยลดปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ขณะทำการเชื่อม
 - การตรวจสอบขณะปฏิบัติงานเชื่อม
 - การตรวจสอบก่อนการปฏิบัติงานเชื่อม
 - การตรวจสอบสภาพการเชื่อม
 - การตรวจสอบอุณหภูมิระหว่างเชื่อม
 - การตรวจสอบในเรื่องความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ควรตรวจสอบเวลาใด
 - ก่อนปฏิบัติงานเชื่อม
 - ขณะปฏิบัติงานเชื่อม
 - การตรวจสอบกระแสไฟเชื่อม
 - การตรวจสอบหลังการเชื่อม
 - ข้อใดไม่ใช้การตรวจสอบขณะปฏิบัติงานเชื่อม
 - การตรวจสอบกระบวนการเชื่อม
 - การตรวจสอบวัสดุชิ้นงาน
 - การตรวจสอบกระแสไฟเชื่อม
 - การตรวจสอบขนาดแนวเชื่อม
 - ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของผู้ตรวจสอบงานเชื่อม
 - มีความรู้ด้านงานเชื่อมเท่านั้น
 - มีบุคลิกและมนุษยสัมพันธ์
 - มีสายตาที่ดี
 - มีสภาพร่างกายที่ดี
 - ความเค้นที่หลงเหลืออยู่จะมีผลอย่างไรกับงานเชื่อม
 - เกิดการล้นแนว
 - เกิดการกัดแหว่ง
 - เกิดการบิดตัวของงาน
 - เกิดรูพรุน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 8 : งานตรวจสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 8
		สอนครั้งที่ 15-16
		ชั่วโมงรวม 4

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลที่ 8

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				



คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน
 สรุปผล () ผ่านเกณฑ์
 () ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ
 (.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 8 : งานตรวจสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 8
		สอนครั้งที่ 15-16
		ชั่วโมงรวม 4

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลที่ 8

ข้อที่	คำตอบ
1.	ข
2.	ก
3.	ง
4.	ก
5.	ค

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 8 : งานตรวจสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 8
		สอนครั้งที่ 15-16
		ชั่วโมงรวม 4

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายวิธีการตรวจสอบงานเชื่อมแบบต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง
2. ปฏิบัติการตรวจสอบงานเชื่อมด้วยวิธีการพื้นฐานได้
3. ประเมินคุณภาพงานเชื่อมตามมาตรฐานที่กำหนดได้



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 8 : งานตรวจสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 8
		สอนครั้งที่ 15-16
		ชั่วโมงรวม 4

ใบความรู้

หน่วยที่ 8 งานตรวจสอบงานเชื่อม

การเลือกวิธีการตรวจสอบขึ้นอยู่กับประเภทของวัสดุ ลักษณะของงานเชื่อม และมาตรฐานที่กำหนดในโครงการ การตรวจสอบงานเชื่อมอย่างถูกต้องและครบถ้วนช่วยให้มั่นใจได้ว่ารอยเชื่อมนั้นมีคุณภาพและความปลอดภัยตามที่ต้องการ

8.1 การตรวจสอบก่อนปฏิบัติงานเชื่อม

การตรวจสอบก่อนการปฏิบัติงานเชื่อมเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมาก ซึ่งจะเป็นการช่วยลดปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในขณะทำการเชื่อม ซึ่งจะมีผลกระทบกับงานเชื่อมที่ได้ การตรวจสอบก่อนการเชื่อมประกอบด้วยหลักการสำคัญดังต่อไปนี้

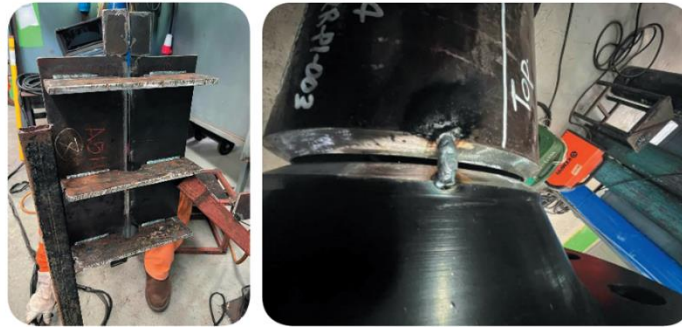
1. การตรวจสอบความคุ้นเคยกับลักษณะงาน และข้อกำหนดต่าง ๆ เช่น แบบงาน ข้อกำหนด กระบวนการ คุณสมบัติของช่างเชื่อม เป็นต้น
2. การตรวจสอบข้อกำหนดเกี่ยวกับชิ้นงานและลวดเชื่อมที่ใช้
3. การตรวจสอบเกี่ยวกับการเตรียมรอยต่อ และสภาพของชิ้นงาน
4. การตรวจสอบขนาดของชิ้นงานที่ถูกต้อง ซึ่งจะมีผลกับขนาดชิ้นงานสำเร็จ
5. การตรวจสอบการประกอบชิ้นงาน และการเว้นระยะของรอยต่อ
6. การตรวจสอบข้อกำหนดต่าง ๆ ในการประกอบชิ้นงาน เช่น ฟลักซ์ แผ่นรองหลัง เป็นต้นซึ่งอาจตรวจสอบได้จาก Welding Procedure Specifications(WPS) ที่กำหนดไว้

C-SPEC									
PO Box 27604, Concord, California 94527									
ASME IX Welding Procedure Specification (WPS)									
C-Spec WeldCraft Software									
+1-877-977-7999									
www.cspecc.com									
WPS record number	P1 AT Lh-CVN		Revision	0		Qualified to	ASME IX		
Date	5/16/00		Company name	The Welding Institute					
Supporting PQ(s)	PQR-100 Rev 0								
Reference docs	General Welding Standard AWS1								
Scope	☒ Gas tungsten arc and shielded metal arc welding of carbon steel for both impact and non-impact tested applications ☒ Groove ☒ Carbon resistant overlay ☒ Vals-PWHT ☒ Stick welding ☒ Fillet ☒ Hardfacing overlay ☒ No PWHT (As-welded) ☒ Impact tested								
Joint	☒ Joint details for this welding procedure specification in: ☒ JOINTS section of the WPS ☒ Production drawings ☒ Engineering specifications ☒ Reference documents								
WELDING PROCESSES									
Welding process	GTAW		SMW						
Type	Manual		Manual						
BASE METALS (QW-482)									
Type	Carbon steel (P1)		P-no	1	Org-no	1	As-welded	VALS-PWHT	
Welded to	Carbon steel (P1)		P-no	1	Org-no	2	Complete pen	Min	Max
Backing	Not required		P-no	1	Org-no	1	Impact tested	Min	Max
Reference	None						Partial pen	Min	Max
Notes	Any group number for non impact tested applications						Fillet welds	Min	Max
THICKNESS RANGE QUALIFIES (in)									
Pipe/Tube diameter range qualified									
Nominal pipe size									
THICKNESS RANGE QUALIFIES (in)									
OTAW									
SFA	Classification	F-no	A-no	Chemical analysis or Trade name	As-welded	VALS-PWHT			
5.18	ER70S-2 (see notes)	6	1		Min	Max	Min	Max	
5.1	ER70T8 (see notes)	4	1		Min	Max	Min	Max	
Cons. insert									
☒ Required ☐ Optional ☐ None									

รูปที่ 9.1 แสดงตัวอย่าง Welding Procedure Specifications

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 8 : งานตรวจสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 8
		สอนครั้งที่ 15-16
		ชั่วโมงรวม 4

7. การตรวจสอบความสะอาด ความเรียบร้อย และสภาพการเชื่อมยึดชิ้นงาน ให้เป็นไปตามข้อกำหนด ตัวอย่างการเชื่อมยึดชิ้นงานและ WPS



รูปที่ 9.2 แสดงตัวอย่างการเชื่อมยึดชิ้นงาน

WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)

Welding Procedures Specifications No: Practice Date: _____

TITLE:
Welding SMAW of plate to plate _____

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

BASE METAL:
The base metal shall conform to Carbon Steel M-1 or P-1, Group 1 or 2
Backing material specification Carbon Steel M-1 or P-1. Group 1, 2 or 3 _____

FILLER METAL:
The filler metal shall conform to AWS specification No. E7018 from AWS specification A5.1 . This filler metal falls into F-number F-4 and A-number A-1 _____

SHIELDING GAS:
The shielding gas, or gases, shall conform to the following compositions and purity:
N/A _____

รูปที่ 9.3 แสดงตัวอย่าง Welding Procedure Specifications

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 8 : งานตรวจสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 8
		สอนครั้งที่ 15-16
		ชั่วโมงรวม 4

8. การตรวจสอบการให้ความร้อนอุ่นชิ้นงานก่อนการเชื่อม (ในกรณีที่กำหนด)



รูปที่ 9.4 แสดงตัวอย่างการอุ่นชิ้นงาน

9. การตรวจสอบในเรื่องของการป้องกันอันตราย และความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

10. การตรวจสอบคุณสมบัติของช่างผู้จะปฏิบัติงานเชื่อม

8.2 การตรวจสอบขณะปฏิบัติงานเชื่อม

เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด จึงควรพิจารณาตรวจสอบขณะที่ ช่างเชื่อมกำลังดำเนินการเชื่อมโดยดำเนินการดังนี้

1. การตรวจสอบกระบวนการและกรรมวิธีการเชื่อมตามเงื่อนไขที่กำหนด
2. การตรวจสอบการใช้วัสดุชิ้นงานและลวดเชื่อม โดยการตรวจสอบคุณสมบัติใน การเก็บรักษาอุณหภูมิ และระยะเวลาในการอบไล่ความชื้น



รูปที่ 9.5 แสดงการตรวจสอบวัสดุ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 8 : งานตรวจสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 8
		สอนครั้งที่ 15-16
		ชั่วโมงรวม 4



รูปที่ 9.6 แสดงการอบไล่ความชื้นลวดเชื่อม

3. การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือ อุปกรณ์ และอุปกรณ์จับยึดต่าง ๆ ที่ใช้ในงานเชื่อม



รูปที่ 9.7 แสดงการยึดชิ้นงาน

4. การตรวจสอบสภาพของการเชื่อมเช่น กระแสไฟเชื่อม แรงเคลื่อนไฟฟ้า ความเร็วในการเชื่อมเทคนิคในการเคลื่อนลวดเชื่อม ลำดับขั้นตอนในการเชื่อม และสภาพการต่อหัวของสายเชื่อม



รูปที่ 9.8 แสดงสภาพการต่อหัวของสายเชื่อม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 8 : งานตรวจสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 8
		สอนครั้งที่ 15-16
		ชั่วโมงรวม 4

5. การตรวจสอบความคงที่ของอุณหภูมิ และระยะเวลาที่ใช้ในการอุ่นชิ้นงาน
6. การตรวจสอบงานเชื่อม โดยการติดตามการปฏิบัติงานเชื่อมอย่างใกล้ชิด เพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดขณะปฏิบัติงาน
7. การตรวจสอบอุณหภูมิระหว่างการเชื่อมให้เป็นไปตามข้อกำหนด เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อลักษณะและโครงสร้างภายในของชิ้นงาน
8. การตรวจสอบสภาพการทำความสะอาดงานเชื่อม เช่น การเจียระไน การเคาะ การตัดเซาะ เป็นต้น



รูปที่ 8.9 แสดงสภาพการทำความสะอาดงานเชื่อม

8.3 การตรวจสอบหลังปฏิบัติงานเชื่อม

เป็นการตรวจสอบความผิดพลาดหลังการเชื่อมเสร็จเรียบร้อยแล้ว เพื่อให้ได้งานเชื่อมหรือผลิตภัณฑ์ที่ถูกสร้างขึ้นตามแบบและข้อกำหนดต่าง ๆ โดยเน้นที่จุดสำคัญ คือ บริเวณงานเชื่อม ซึ่งมีจุดที่นำมาพิจารณา ดังนี้

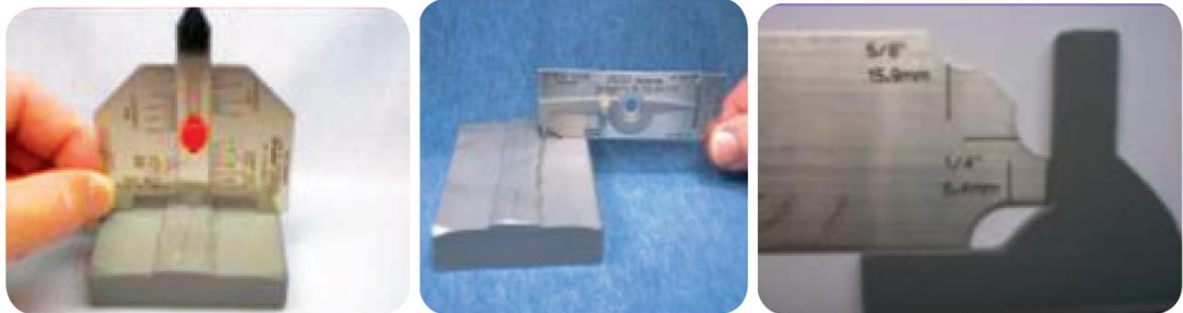
8.3.1 การตรวจสอบขนาดของแนวเชื่อม

การตรวจสอบขนาดของแนวเชื่อม เช่น การนูน ความยาว ความกว้าง ขนาดขาของแนวเชื่อมโดยอาจจะใช้เกจวัด หรือเครื่องวัดต่าง ๆ ที่มีอยู่หลายรูปแบบ ลักษณะของแนวเชื่อม และเครื่องวัดต่าง ๆ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 8 : งานตรวจสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 8
		สอนครั้งที่ 15-16
		ชั่วโมงรวม 4



รูปที่ 8.10 แสดงลักษณะของแนวเชื่อม



รูปที่ 8.11 แสดงการตรวจสอบแนวเชื่อม

การตรวจสอบข้อบกพร่องของแนวเชื่อมที่เกิดขึ้นที่บริเวณผิวหน้าของแนวเชื่อมที่มองเห็นได้

การตรวจสอบข้อบกพร่องของแนวเชื่อมที่เกิดขึ้นที่บริเวณผิวหน้าของแนวเชื่อมที่มองเห็นได้และบริเวณในเนื้อของแนวเชื่อม ซึ่งจะต้องใช้วิธีการตรวจสอบต่าง ๆ ช่วยในการตรวจสอบ



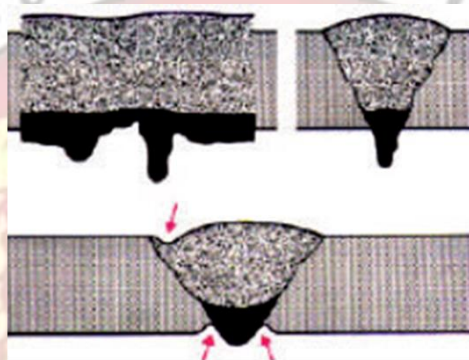
รูปที่ 9.12 แสดงการตรวจสอบข้อบกพร่องด้วยน้ำยาแทรกซึม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 8 : งานตรวจสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 8
		สอนครั้งที่ 15-16
		ชั่วโมงรวม 4

การตรวจสอบข้อบกพร่องในโลหะชิ้นงาน

การตรวจสอบข้อบกพร่องในโลหะชิ้นงาน ซึ่งไม่ได้เกิดบริเวณแนวเชื่อม ได้แก่

1. ข้อบกพร่องในโลหะชิ้นงาน เช่น รอยแตกแยกชั้นที่ขอบเขตของชิ้นงาน รอยตะเข็บ และรอยเกยในโลหะชิ้นงาน เป็นต้น
 2. ข้อบกพร่องของแนวเชื่อมลึกด้านหลัง ซึ่งหมายถึง คุณภาพการหลอมละลายเชื่อมลึกที่มีผลต่อแนวเชื่อม โดยเฉพาะในการเชื่อมรอยต่อชนต่อมุม และต่อฉาก
 3. ข้อบกพร่องเนื่องจากการบิดเบี้ยวของงาน ข้อบกพร่องอื่น ๆ ซึ่งไม่เป็นไปตามข้อกำหนดที่ระบุไว้
- ตัวอย่างข้อบกพร่อง



รูปที่ 8.14 แสดงข้อบกพร่องของแนวเชื่อม (เชื่อมลึกหลว้อยและการกัดแห้ว)

8.4 คุณสมบัติของผู้ตรวจสอบงานเชื่อม

ผู้ตรวจสอบงานเชื่อม จะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ในด้านการตรวจสอบงานเชื่อมเป็นอย่างดีซึ่งจะต้องผ่านการอบรม และผ่านการประเมินจนเป็นที่ยอมรับของหน่วยงานที่รับผิดชอบ จึงจะสามารถเป็นผู้ตรวจสอบงานเชื่อมได้ นอกจากนี้จะต้องเป็นผู้ที่มีคุณสมบัติสำคัญอื่น ๆ อีกดังนี้

มีความรู้ทางด้านวิศวกรรมและโลหะวิทยา

มีความรู้ทางด้านวิศวกรรมและโลหะวิทยา ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่สนับสนุนการทำงานด้านการตรวจสอบงานเชื่อม ให้เกิดข้อผิดพลาดน้อยที่สุด

มีสภาพร่างกายที่ดี

มีสภาพร่างกายที่ดี เนื่องจากการตรวจสอบงานเชื่อม ในสภาพของงานจริงจะต้องประสบความยุ่งยาก เช่น การขึ้นในที่สูง การมุด การคลาน การป่ายปีน เป็นต้น ดังนั้น ผู้ที่ทำการตรวจสอบงานเชื่อมต้องมีสุขภาพร่างกายที่ดี ทนต่อสภาวะดังกล่าวได้

มีสภาพสายตาที่ดี

มีสภาพสายตาที่ดี ผู้ตรวจสอบงานเชื่อมมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้สายตาในการพิจารณา โดยเฉพาะจุดเล็ก ๆ รายละเอียดต่าง ๆ เช่น การอ่านฟิล์มจากภาพถ่ายรังสี หรือการตรวจสอบต่าง ๆ ซึ่งต้องใช้สายตาเป็นพื้นฐาน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 8 : งานตรวจสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 8
		สอนครั้งที่ 15-16
		ชั่วโมงรวม 4

มีประสบการณ์ด้านการเชื่อม

มีบุคลิกภาพและมนุษยสัมพันธ์ที่ดี มีความขยัน อดทน และสามารถควบคุมอารมณ์ของตนเองได้เป็นอย่างดี ไม่ย่อท้อ และมีความยุติธรรม

มีความสามารถในการบันทึกข้อมูล

มีความสามารถในการบันทึกข้อมูล การบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการตรวจสอบต้องมีความสมบูรณ์และมีขอบเขตเพียงพอสำหรับการตัดสินใจผลการตรวจสอบได้ถูกต้อง

มีความรู้ทางด้านการออกแบบและข้อกำหนด

มีความรู้ทางด้านการออกแบบและข้อกำหนด ผู้ตรวจสอบงานเชื่อมต้องมีความรู้ทางด้านการอ่านแบบและออกแบบ รวมทั้งการแปลความหมายของข้อกำหนดต่าง ๆ ได้

มีประสบการณ์ด้านการตรวจสอบ

มีประสบการณ์ด้านการตรวจสอบ ซึ่งสามารถเรียนรู้ได้จากประสบการณ์ในการทำงานในการตรวจสอบ เช่น การสังเกตพฤติกรรมจากผู้ตรวจสอบงานเชื่อมที่มีประสบการณ์มากกว่าเพื่อนำมาพัฒนาตนเองต่อไป

8.5 คำหิของแนวเชื่อม

แนวเชื่อมที่มีลักษณะและคุณสมบัติไม่เป็นไปตามข้อกำหนด จัดว่าเป็นงานที่เสีย ซึ่งมีสาเหตุจากข้อบกพร่องต่าง ๆ ทั้งภายนอกและภายในของแนวเชื่อม คำหิของแนวเชื่อมจัดเป็นชนิดย่อย ๆ ดังต่อไปนี้

8.5.1 การบิตตัว

การบิตตัว ขณะทำการเชื่อมต้องใช้ความร้อนสูงจนถึงจุดหลอมละลายของลวดเชื่อมและชิ้นงานทำให้เกิดการขยายตัวและหดตัว ซึ่งจะเกิดความเค้นจำนวนมาก แม้ว่างานเชื่อมจะเย็นตัวแล้วก็ตาม ก็จะมี ความเค้นบางส่วนตกค้างอยู่ในแนวเชื่อม ซึ่งเป็นสาเหตุให้ชิ้นงานบิตงอ ลักษณะการบิตงอ



รูปที่ 8.15 แสดงการบิตตัวของชิ้นงาน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 8 : งานตรวจสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 8
		สอนครั้งที่ 15-16
		ชั่วโมงรวม 4

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 8

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. วิธีการที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพงานเชื่อมด้วยสายตา

.....

.....

.....

2. การทดสอบแบบใดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการตรวจสอบรอยร้าวภายในของรอยเชื่อม

.....

.....

.....

3. วิธีการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย (NDT) มีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

4. การทดสอบ Magnetic Particle Testing (MT) ใช้กับวัสดุใดเป็นหลัก

.....

.....

.....

5. การทดสอบรอยเชื่อมแบบใดที่ใช้คลื่นเสียงความถี่สูงในการตรวจสอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 8 : งานตรวจสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 8
		สอนครั้งที่ 15-16
		ชั่วโมงรวม 4

ใบเฉลยแบบฝึกหัดโมดูลที่ 8

1. วิธีการที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพงานเชื่อมด้วยสายตา?

2. การทดสอบแบบใดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการตรวจสอบรอยร้าวภายในของรอยเชื่อม?

3. วิธีการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย (NDT) มีอะไรบ้าง

4. การทดสอบ Magnetic Particle Testing (MT) ใช้กับวัสดุใดเป็นหลัก?

5. การทดสอบรอยเชื่อมแบบใดที่ใช้คลื่นเสียงความถี่สูงในการตรวจสอบ?

****เฉลย****

1. Visual Inspection (VT)** - การตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Inspection) เป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพงานเชื่อมที่ใช้การสังเกตด้วยสายตาหรือเครื่องมือขยาย

2. Radiographic Testing (RT) การทดสอบด้วยรังสี (Radiographic Testing) เหมาะสมที่สุดสำหรับการตรวจสอบรอยร้าวภายในของรอยเชื่อม

3. Eddy Current Testing (ET) , Tensile Testing (TT), Ultrasonic Testing (UT)
Liquid Penetrant Testing (PT), Magnetic Particle Testing (MT)

4. วัสดุที่เป็นแม่เหล็ก - การทดสอบ Magnetic Particle Testing (MT) ใช้กับวัสดุที่เป็นแม่เหล็กในการตรวจสอบรอยร้าวที่พื้นผิว

5. Ultrasonic Testing (UT) - การทดสอบด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasonic Testing) ใช้คลื่นเสียงความถี่สูงในการตรวจสอบรอยเชื่อม)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 8 : งานตรวจสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 8
		สอนครั้งที่ 15-16
		ชั่วโมงรวม 4

ใบปฏิบัติงานโมดูลที่ 8

เรื่อง งานตรวจสอบงานเชื่อม

ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 3 – 4 คน ศึกษาและค้นคว้า นำเสนอข้อมูลที่ได้ศึกษาและค้นคว้า เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในห้องเรียน

1. ให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติการตรวจสอบชิ้นงานเชื่อมตัวอย่างของแต่ละกลุ่ม
2. ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มผู้เรียนให้วิเคราะห์ผลการตรวจสอบและเสนอแนวทางการปรับปรุงคุณภาพ



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 8 : งานตรวจสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 8
		สอนครั้งที่ 15-16
		ชั่วโมงรวม 4

แบบทดสอบหลังเรียนโมดูลที่ 8

- คำชี้แจง :**
- แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ
 - ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
 - เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 30 นาที
- สิ่งใดที่ทำให้ช่วยลดปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ขณะทำการเชื่อม
 - การตรวจสอบขณะปฏิบัติงานเชื่อม
 - การตรวจสอบก่อนการปฏิบัติงานเชื่อม
 - การตรวจสอบสภาพการเชื่อม
 - การตรวจสอบอุณหภูมิระหว่างเชื่อม
 - การตรวจสอบในเรื่องความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ควรตรวจสอบเวลาใด
 - ก่อนปฏิบัติงานเชื่อม
 - ขณะปฏิบัติงานเชื่อม
 - การตรวจสอบกระแสไฟเชื่อม
 - การตรวจสอบหลังการเชื่อม
 - ข้อใดไม่ใช้การตรวจสอบขณะปฏิบัติงานเชื่อม
 - การตรวจสอบกระบวนกรเชื่อม
 - การตรวจสอบวัสดุชิ้นงาน
 - การตรวจสอบกระแสไฟเชื่อม
 - การตรวจสอบขนาดแนวเชื่อม
 - ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของผู้ตรวจสอบงานเชื่อม
 - มีความรู้ด้านงานเชื่อมเท่านั้น
 - มีบุคลิกและมนุษยสัมพันธ์
 - มีสายตาที่ดี
 - มีสภาพร่างกายที่ดี
 - ความเค้นที่หลงเหลืออยู่จะมีผลอย่างไรกับงานเชื่อม
 - เกิดการล้นแนว
 - เกิดการกัดแหว่ง
 - เกิดการบิดตัวของงาน
 - เกิดรูพรุน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 8 : งานตรวจสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 8
		สอนครั้งที่ 15-16
		ชั่วโมงรวม 4

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลที่ 8

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				



คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน
 สรุปผล () ผ่านเกณฑ์
 () ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ
 (.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รายวิชา : มาตรฐานงานเชื่อม 1 โมดูลที่ 8 : งานตรวจสอบงานเชื่อม	หน่วยที่ 8
		สอนครั้งที่ 15-16
		ชั่วโมงรวม 4

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลที่ 8

ข้อที่	คำตอบ
1.	ข
2.	ก
3.	ง
4.	ก
5.	ค