

## ประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการพัฒนาฝีมือแรงงาน

เรื่อง มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ

สาขาอาชีพช่างเชื่อมแม่เหล็ก

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๒๒ วรรคหนึ่ง แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมการพัฒนาฝีมือแรงงาน พ.ศ. ๒๕๕๕ คณะกรรมการส่งเสริมการพัฒนาฝีมือแรงงานจึงกำหนดมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาอาชีพช่างเชื่อมแม่เหล็ก โดยความเห็นชอบของรัฐมนตรีว่าการกระทรวงแรงงาน ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ในประกาศนี้ สาขาอาชีพช่างเชื่อมแม่เหล็ก หมายถึง ผู้ที่ทำการเชื่อมด้วยมือหรือกึ่งอัตโนมัติ ด้วยกระบวนการเชื่อมแบบอาร์ค โดยใช้ลวดเชื่อมต่อเนื่องและใช้แก๊สแอคทีฟปกป้อง แก๊สแอคทีฟที่ใช้คือ คาร์บอนไดออกไซด์ หรือแก๊สผสมคาร์บอนไดออกไซด์-อาร์กอน หรือแก๊สผสมอื่น ๆ

ข้อ ๒ มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาอาชีพช่างเชื่อมแม่เหล็ก แบ่งออกเป็น ๓ ระดับ

๒.๑ ระดับ ๑ หมายถึง ช่างที่สามารถเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (เหล็กแผ่นและท่อ) ที่เป็นแนวเชื่อมฟิลเล็ต (Fillet Weld) ในตำแหน่ง ทำเชื่อมต่าง ๆ ได้ ทุกตำแหน่ง โดยมีคุณภาพของรอยเชื่อม ระดับ B Class ตามมาตรฐาน ISO 5817 ด้วยกระบวนการเชื่อมแบบอาร์ค โดยใช้ลวดเชื่อมต่อเนื่องและใช้แก๊สแอคทีฟ ปกป้อง แก๊สแอคทีฟที่ใช้คือ คาร์บอนไดออกไซด์ หรือแก๊สผสมคาร์บอนไดออกไซด์-อาร์กอน หรือแก๊สผสมอื่น ๆ

๒.๒ ระดับ ๒ หมายถึง ช่างที่สามารถเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (เหล็กแผ่น) ที่เป็นแนวเชื่อมต่อน (Butt-Weld) ในตำแหน่ง ทำเชื่อมต่าง ๆ ได้ทุกตำแหน่ง โดยมีคุณภาพของรอยเชื่อม ระดับ B Class ตามมาตรฐาน ISO 5817 ด้วยกระบวนการเชื่อมแบบอาร์ค โดยใช้ลวดเชื่อมต่อเนื่องและใช้แก๊สแอคทีฟปกป้อง แก๊สแอคทีฟที่ใช้คือ คาร์บอนไดออกไซด์ หรือแก๊สผสมคาร์บอนไดออกไซด์-อาร์กอน หรือแก๊สผสมอื่น ๆ

๒.๓ ระดับ ๓ หมายถึง ช่างที่สามารถเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (ท่อ) ที่เป็นแนวเชื่อมต่อน (Butt Weld) ในตำแหน่ง ทำเชื่อมต่าง ๆ ได้ทุกตำแหน่ง โดยมีคุณภาพของรอยเชื่อม ระดับ B Class ตามมาตรฐาน ISO 5817 ด้วยกระบวนการเชื่อมแบบอาร์ค โดยใช้ลวดเชื่อมต่อเนื่องและใช้แก๊สแอคทีฟปกป้อง แก๊สแอคทีฟที่ใช้คือ คาร์บอนไดออกไซด์ หรือแก๊สผสมคาร์บอนไดออกไซด์-อาร์กอน หรือแก๊สผสมอื่น ๆ

ข้อ ๓ ข้อกำหนดทางวิชาการที่ใช้เป็นเกณฑ์วัดความรู้ ความสามารถและทัศนคติในการทำงานของผู้ประกอบอาชีพในสาขาอาชีพช่างเชื่อมแม่เหล็ก ให้เป็น ดังนี้

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ ระดับ ๑ ได้แก่

๓.๑ ความรู้ ประกอบด้วย ขอบเขตความรู้ ความเข้าใจในเรื่อง ดังต่อไปนี้

๓.๑.๑ ความปลอดภัยทั่วไปในพื้นที่ปฏิบัติงาน (General Safety in the Working Area)

(๑) ประเภทของอุบัติเหตุต่าง ๆ ที่สามารถเกิดขึ้นได้ทั่วไปในสภาพแวดล้อมของการทำงาน การรู้สาเหตุและขั้นตอนต่าง ๆ จะสามารถนำมาใช้ป้องกันอุบัติเหตุได้

(๒) สาเหตุของการเกิดอัคคีภัยและการระเบิด มาตรการป้องกันการเกิดอัคคีภัยชนิดของเครื่องดับเพลิงและข้อแนะนำการใช้

(๓) การรู้จักใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เช่น แว่นตานิรภัย แว่นตาเชื่อม หน้ากากเชื่อม ถุงมือ เข็มกันไฟ รองเท้านิรภัย อุปกรณ์ ป้องกันหู กรองอากาศ ป้องกันศีรษะ

(๔) การตรวจสอบสถานที่ทำงานสำหรับความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมของการทำงานเชื่อม หลักการในการจัดการและการรักษาความปลอดภัยในที่ทำงาน

(๕) หลักการในการใช้เครื่องมือ (Hand Tools) และเครื่องมือกล (Power Tools) อย่างปลอดภัย

(๖) การปฐมพยาบาลเบื้องต้นจากไฟไหม้ บาดเจ็บเล็กน้อยและบาดเจ็บสาหัส

(๗) หลักการปฐมพยาบาลเบื้องต้นในการดูแลบุคคลบาดเจ็บจากไฟฟ้าดูด ซึ่งจะรวมถึงการปั๊มหัวใจ (Coronary Pulmonary Resuscitation : CPR)

(๘) การปฐมพยาบาลเบื้องต้นสำหรับผู้ได้รับควัน ไอรระเหยและแก๊สที่เป็นพิษ

(๙) กฎระเบียบที่สัมพันธ์กับภาวการณ์ทำงาน ความปลอดภัย การถูกสุขลักษณะ และสิ่งแวดล้อมภายในและรอบ ๆ พื้นที่ทำงาน

๓.๑.๒ ความปลอดภัยในการเชื่อมและตัด (Welding and Cutting Safety)

(๑) มาตรการป้องกันส่วนบุคคลสำหรับการเกิดไฟฟ้าดูด รั้งสีไหม้ผิวหนังและตา การบาดเจ็บจากโลหะร้อน สะเก็ดจากการตัดแก๊สและเชื่อม ควันที่ออกมาจากการเผาไหม้ของไอรระเหยของโลหะเติมและชิ้นงานเชื่อม

(๒) มาตรการป้องกันการเกิดอัคคีภัยขณะทำงานใกล้วัสดุติดไฟ

(๓) การเกิดแก๊สพิษเนื่องจากการเชื่อมและการตัดเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส การบาดเจ็บของช่างเชื่อมจากแก๊สพิษที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมและการตัดเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส

(๔) มาตรการป้องกันในการใช้ขวดแก๊ส (Cylinder) ความดันสูง

(๕) มาตรการป้องกันการเกิดอันตราย ขณะทำงานใกล้เครื่องมืออุปกรณ์ที่อยู่ในพื้นที่ทำการเชื่อม

๓.๑.๓ การใช้เครื่องมือวัด (Measuring Tools)

(๑) การใช้เครื่องมือร่างแบบ เช่น สายวัดระยะ ฉาก บรรทัดเหล็ก เวอร์เนีย คาลิปเปอร์ โปรแทรกเตอร์ ระดับน้ำและบรรทัดอ่อน

(๒) การใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิ เช่น ที่วัดอุณหภูมิแบบสัมผัส (Contact Pyrometer) ซอล์กั้วัดอุณหภูมิ สิวัดอุณหภูมิและเทอร์โมคัปเปิล

(๓) การใช้อุปกรณ์การวัดแนวเชื่อม (เกจวัด แวนขยาย ไฟฉาย กระจกเงา ฯลฯ)

(๔) การดูแลและบำรุงรักษาเครื่องมือวัด

๓.๑.๔ การใช้เครื่องมือทั่วไป (Hand Tools)

(๑) คีม คีมล็อค แคลมป์ ปากกา

(๒) ตะไบและเลื่อยมือ

(๓) ค้อนและสกัด

(๔) ดอกสว่านและเครื่องเจาะ

(๕) ประแจต่างๆ

(๖) ชะแลง ลิ้ม แม่แรงยกของ

(๗) แปรงลวด

(๘) หินเจียรระโนมือ (Hand Grinder)

(๙) การดูแลและบำรุงรักษาเครื่องมือ

๓.๑.๕ การใช้เครื่องมือกล (Power Tools)

(๑) เครื่องเจียรระโน

(๒) เครื่องขัดผิวโลหะ

- (๓) เครื่องกดไฮดรอลิกส์
- (๔) เครื่องทดสอบการตัดงอ
- (๕) เครื่องตัดชิ้นงานและเครื่องเลื่อย
- (๖) อุปกรณ์จับยึด
- (๗) เครื่องคูดักวัน
- (๘) การดูแลและบำรุงรักษาเครื่องมือกล

#### ๓.๑.๖ เครื่องเชื่อมและวงจรไฟฟ้า (Welding Power Sources and Related

Electrical circuits)

- (๑) ชนิดของเครื่องเชื่อม
- (๒) การติดตั้งเครื่องเชื่อม
- (๓) ขั้นตอนการทำงานของระบบเครื่องเชื่อมและอุปกรณ์
- (๔) การปรับค่าพารามิเตอร์ในการใช้เครื่องเชื่อม
- (๕) ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและกระแสไฟฟ้า (Volt-Ampere Characteristic)
- (๖) วัฏจักรการทำงาน (Duty-Cycle) ของเครื่องเชื่อม
- (๗) ความต้านทานไฟฟ้าของสายเชื่อมและข้อต่อ
- (๘) การต่อขั้วสายไฟเชื่อมกับชิ้นงาน
- (๙) การเลือกใช้ การบำรุงรักษา การตรวจสอบอุปกรณ์ เช่น หัวเชื่อม สายเชื่อม

อุปกรณ์ปรับกระแส (Remote Control) ขั้วเชื่อม ข้อต่อสายเชื่อม

- (๑๐) ชนิดของกระแสไฟเชื่อมและชนิดของพัลส์ (Pulse)
- (๑๑) ขนาดและสัญลักษณ์สีของท่อแก๊ส อุปกรณ์ปรับความดันและมาตรวัดอัตรา

การไหลของแก๊ส

#### ๓.๑.๗ เทคนิคการเชื่อม (Welding Technique)

(๑) ประเภทของการอาร์กแบบลัดวงจร (Short-Arc Transfers) การอาร์กแบบหยด (Globular-Arc Transfers) การอาร์กแบบสเปรย์ (Spray-Arc Transfers)

- (๒) หลักการพื้นฐานของการเชื่อมเม็ก
- (๓) ค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้า อัตราและความเร็วป้อนลวดสำหรับการเชื่อมเม็ก

(๔) ประเภท ขนาด สมบัติของหัวฉีด (Nozzle) ท่อนำกระแส (Contact Tube) และการบำรุงรักษา

(๕) การป้องกันและการแก้ไขการบิดตัวของความเค้นตกค้าง

(๖) ความสัมพันธ์ระหว่างท่าเชื่อมและเทคนิคการเชื่อม

(๗) ผลกระทบของระยะยื่น (Stick Out) ของลวดเชื่อม

(๘) หลักการของระบบพัลส์ (Pulse System)

๓.๑.๘ สมบัติและความสามารถเชื่อมได้ของโลหะ (Weld Ability of Metals)

(๑) ชนิดและชั้นคุณภาพของเหล็กกล้า

(๒) สมบัติเหล็กกล้า รวมไปถึงค่าความต้านแรงดึง ค่าความต้านแรงกระแทก ความแข็ง ความเหนียว (Toughness) ลักษณะการกัดกร่อน

(๓) กรรมวิธีของการตรวจสอบคุณภาพ รวมไปถึงการทดสอบแบบทำลาย และการทดสอบแบบไม่ทำลาย

(๔) มาตรฐานเกี่ยวกับโลหะขึ้นงาน เช่น ISO 630, JIS G3101, DIN 17100 ASTM A36 ฯลฯ

(๕) สมบัติทางเคมีและลักษณะการกัดกร่อนของโลหะขึ้นงาน

(๖) รูปทรงของเหล็กกล้า แผ่นบาง แผ่นหนา เส้นแบน กลม ฉาก ราง เหล็กตัวไอ เหล็กตัวเอช หน้าแปลน ท่อ (pipe) ท่อบาง (tube) กลม ลีเหล็ยม

๓.๑.๙ ลวดเชื่อมและแก๊สปกป้อง (Wire Electrodes and Shielding Gases)

(๑) ข้อกำหนดตามมาตรฐานของลวดเชื่อม สำหรับเหล็กกล้าคาร์บอนและเหล็กกล้าผสมต่ำ เหล็กกล้าเกรนละเอียด

(๒) การเลือกชนิดของลวดเชื่อม ขนาด ความสามารถใช้ได้ของลวดเชื่อม

(๓) การเก็บรักษา การใช้ลวดเชื่อม

(๔) การกำหนดค่าแรงดัน (Volt) การปรับตั้งกระแสไฟให้เหมาะสมกับขนาดของลวดและท่าเชื่อม

(๕) การกำหนดขั้วเชื่อมเป็น DC+

(๖) ชนิดมาตรฐานของแก๊สปกป้องและการเลือกใช้

- (๓) ผลกระทบของการเอียงหัวเชื่อมแบบเดินหน้าและถอยหลัง
- (๔) ผลกระทบของการใช้ปริมาณของแก๊สปกป้องมากหรือน้อยเกินไป
- (๕) แก๊สปกป้องแนวรอก ความจำเป็นและวิธีการใช้

๓.๑.๑๐ ข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม (Welding Procedure Specifications-WPS)

- (๑) จุดมุ่งหมาย ตามข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม
- (๒) การกำหนดค่าพารามิเตอร์ของการเชื่อม
- (๓) การเลือกลวดเชื่อมให้เหมาะกับโลหะชิ้นงาน
- (๔) สัญลักษณ์งานเชื่อม
- (๕) ลักษณะเฉพาะของแนวต่องานเชื่อม รวมทั้งชนิดแนวต่อ รูปทรงเรขาคณิต

ขนาดที่สัมพันธ์กับสัญลักษณ์งานเชื่อม

๓.๑.๑๑ คณิตศาสตร์ประยุกต์ที่สัมพันธ์กับการร่างแบบงานเชื่อม

- (๑) คณิตศาสตร์พื้นฐาน การบวก ลบ คูณ หาร การหาร้อยละ
- (๒) การวัดและการคำนวณความยาว มุม พื้นที่ ปริมาตร น้ำหนัก ความดัน
- (๓) การแปลงหน่วยของมาตรวัด มาตรฐานต่างๆ
- (๔) การใช้เครื่องคำนวณ

๓.๑.๑๒ วิทยาศาสตร์เบื้องต้นที่สัมพันธ์กับงานเชื่อม

- (๑) สาเหตุและการป้องกันการกัดกร่อนและการสึกหรอ
- (๒) โลหะวิทยาที่สัมพันธ์กับงานเชื่อมอิทธิพลของความร้อนที่มีต่อชิ้นงาน

เชื่อมการอุ่น ชิ้นงาน (Preheat) และการให้ความร้อนหลังเชื่อม (Post Heat)

๓.๑.๑๓ การตรวจสอบและคุณภาพของงานเชื่อม

- (๑) การตรวจสอบพินิจ (Visual Inspection) การเตรียมแนวต่อก่อนการเชื่อม
- (๒) การตรวจสอบพินิจตัวแปรของงานโดยช่างเชื่อมในระหว่างการเชื่อม
- (๓) การตรวจสอบพินิจ ความนูนด้านหน้าแนวเชื่อมและด้านรอก ภายหลังจาก

การเชื่อมเสร็จ (รวมทั้งแนวกัดแห้ว รูพรุน สารฝังใน (Inclusion) การหลอมไม่สมบูรณ์ รอยร้าว ความกว้าง ความสูง รูปร่างแนวเชื่อม ความสม่ำเสมอของแนวเชื่อม)

(๔) การวัดขนาดแนวเชื่อม

(๕) การซ่อมจุดบกพร่อง (Defects) ของชิ้นงานก่อนและหลังการเชื่อมเสร็จ

๓.๑.๑๔ ท่อ (Pipe)

(๑) ชนิดและขนาดของท่อ

(๒) การวัดความกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง ความหนาของผนัง ความเหลื่อม

(Misalignment) การร่วมศูนย์เดียวกัน

(๓) ข้อต่อท่อ หน้าแปลน

(๔) การต่อท่อ การปรับแนวต่อ ข้อต่อท่อและหน้าแปลน

(๕) คุณภาพของงานเชื่อมท่อ

(๖) การซ่อมจุดบกพร่องของแนวเชื่อมท่อ

๓.๒ ความสามารถ ประกอบด้วย ขอบเขตความสามารถในการปฏิบัติงาน ดังต่อไปนี้

๓.๒.๑ การทำงานอย่างปลอดภัย

(๑) การป้องกันอุบัติเหตุจากการปฏิบัติงานเชื่อม

(๒) มาตรการป้องกันอัคคีภัย การรู้ตำแหน่งของเครื่องดับเพลิง

(๓) การสวมใส่และการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่เหมาะสม

(๔) การรักษาพื้นที่ทำงานให้ปลอดภัย สะอาดและเป็นระเบียบ

(๕) การใช้หน้ากากกรองแสง การระบายอากาศ และแสงสว่างอย่างเหมาะสม

(๖) การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์อย่างปลอดภัยและถูกวิธี

(๗) การป้องกันอุบัติเหตุในการทำงานในสถานที่จำกัด

(๘) การป้องกันแก๊สพิษจากปฏิบัติงานเชื่อม

๓.๒.๒ เครื่องมือวัดอุปกรณ์และเครื่องมือร่างแบบ

(๑) สาธิตการใช้เครื่องมือวัดอุปกรณ์ และเครื่องมือร่างแบบอย่างถูกต้องระหว่าง

การสอบปฏิบัติ

(๒) ช่างเชื่อมจะต้องร่างแบบบนชิ้นงานเชื่อมอย่างถูกต้อง โดยใช้ตลับเมตร

ฉากบรรทัดและนำศูนย์

(๓) ระหว่างการทดสอบ ต้องใช้เครื่องวัดอัตราการไหล เกจปรับแรงดัน เครื่องมือ

วัดอุณหภูมิ และมาตรวัดไฟฟ้า ด้วยความระมัดระวังอย่างเหมาะสม

(๔) ช่างเชื่อมจะต้องแสดงวิธีการเก็บบำรุงรักษาเครื่องมือวัด และเครื่องมือร่างแบบอย่างเหมาะสม

๓.๒.๓ การใช้เครื่องมือและเครื่องมือกลอย่างถูกต้อง ในระหว่างการสอบภาคปฏิบัติ

(๑) ช่างเชื่อมควรใช้เครื่องมือและเครื่องมือกลอย่างปลอดภัย และถูกต้อง ในระหว่างการทดสอบรับรองฝีมือช่างเชื่อม

(๒) ช่างเชื่อมควรแสดงให้เห็นถึงวิธีการดูแล การเก็บ การบำรุงรักษาเครื่องมือ และเครื่องมือกลอย่างเหมาะสมระหว่างการทดสอบ

๓.๒.๔ ให้มีข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อมเป็นส่วนหนึ่งของการทดสอบการรับรองฝีมือช่างเชื่อม

(๑) เลือกและเตรียมคูปองเชื่อม เพื่อให้สอดคล้องตามเงื่อนไขของข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม คูปองเชื่อมจะต้องได้รับการตรวจสอบเพื่อการยอมรับโดยผู้ตรวจสอบงานเชื่อมที่ได้รับอนุญาต (Authorized Welding Inspector-AWI)

(๒) จะต้องเตรียมและปรับเครื่องเชื่อม ให้เป็นไปตามเงื่อนไขของข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม ช่างเชื่อมสามารถใช้ชิ้นงานทดลองสำหรับปรับเครื่องเชื่อมให้ถูกต้อง และให้เกิดความคุ้นเคยในการใช้เครื่องเชื่อมก่อนเริ่มทำการสอบ

(๓) จะต้องประกอบและทำการเชื่อมยึด และปรับตำแหน่งของคูปองเชื่อม สำหรับการสอบ ชิ้นงานสอบที่เตรียมไว้จะถูกตรวจสอบก่อนทำการเชื่อม เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อมโดยผู้ตรวจสอบงานเชื่อมที่ได้รับอนุญาต (Authorized Welding Inspector-AWI)

(๔) จะต้องเชื่อมแนวราบ ชัดด้วยแปรงและแนวราบจะต้องได้รับการยอมรับจากผู้ตรวจสอบงานเชื่อมที่ได้รับอนุญาต (Authorized Welding Inspector-AWI)

(๕) ให้เชื่อมแนวกลาง (Fill Pass) จนเสร็จ ยกเว้นแนวปิด (CAP) ชั้นระหว่างกลาง จะต้องได้รับการยอมรับโดยผู้ตรวจสอบงานเชื่อมที่ได้รับอนุญาต (Authorized Welding Inspector-AWI)

(๖) จะต้องเชื่อมแนวปิด ชัดด้วยแปรงและแนวเชื่อมที่สมบูรณ์จะต้องได้รับการตรวจสอบพินิจโดยผู้ตรวจสอบงานเชื่อมที่ได้รับอนุญาต (Authorized Welding Inspector-AWI)



(๓) ชิ้นงานเชื่อมจะต้องเตรียมสำหรับการทดสอบทางกล หรือในกรณีถ้าทำการถ่ายภาพรังสี ทดสอบและประเมินผลโดยผู้ตรวจสอบงานเชื่อมที่ได้รับอนุญาต (Authorized Welding Inspector-AWI) การถ่ายภาพรังสี และการเตรียมชิ้นทดสอบทางกลสามารถดำเนินการโดยสถานประกอบการหรือบุคคลที่ได้รับการรับรอง

#### ๓.๒.๕ การตรวจสอบและประเมินผล

(๑) การตรวจสอบพินิจและการประเมินผลจะต้องทำตามเงื่อนไขของมาตรฐานเฉพาะ (Code) หรือมาตรฐานทั่วไป (Standard) ทั้งหมดที่มีในข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อมและการทดสอบรับรองฝีมือช่างเชื่อม

(๒) การทดสอบถ่ายภาพด้วยรังสีและการประเมินผลจะต้องทำตามเงื่อนไขของมาตรฐานเฉพาะ (Code) หรือมาตรฐานทั่วไป (Standard) ทั้งหมดที่มีในข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อมและการทดสอบรับรองฝีมือช่างเชื่อม

(๓) การทดสอบดึงและการประเมินผลจะต้องทำตามเงื่อนไขของมาตรฐานเฉพาะ (Code) หรือมาตรฐานทั่วไป (Standard) ทั้งหมดที่มีในข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อมและการทดสอบรับรองฝีมือช่างเชื่อม

(๔) การทดสอบแตกหักและการประเมินผลจะต้องทำตามเงื่อนไขของมาตรฐานเฉพาะ (Code) หรือมาตรฐานทั่วไป (Standard) ทั้งหมดที่มีในข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อมและการทดสอบรับรองฝีมือช่างเชื่อม

(๕) ผู้ตรวจสอบงานเชื่อมที่ได้รับอนุญาต (Authorized Welding Inspector-AWI) สามารถยุติการทดสอบรับรองฝีมือช่างเชื่อมได้ทุกเวลา ถ้าเห็นว่าช่างเชื่อมที่ทำการสอบไม่มีระดับทักษะที่จะทำให้การสอบได้สำเร็จ

(๖) เมื่อได้ประเมินผลการสอบเรียบร้อยแล้ว ถ้าการทดสอบเป็นไปตามเงื่อนไขของมาตรฐานเฉพาะ (Code) หรือมาตรฐานทั่วไป (Standard) ที่มี จึงจะทำบันทึกและออกไปและบัตรรับรองฝีมือช่างเชื่อม โดยกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน/สมาคมการเชื่อมโลหะแห่งประเทศไทย (DSD/TWS) ให้

#### ๓.๒.๖ ข้อกำหนดการยอมรับด้านคุณภาพ (Acceptable Quality Requirements)

(๑) ISO 5817 มาตรฐานสากลสำหรับการเชื่อมเหล็กกล้า/ข้อแนะนำในการประเมินระดับคุณภาพของความไม่สมบูรณ์ (International Standard for Arc-Welded Joints in Steel/Guidance on Quality Levels for Imperfections) สามารถนำมาใช้ประเมินข้อกำหนดของคุณภาพสำหรับความไม่สมบูรณ์ (Imperfections)

(๒) แต่ละมาตรฐานเฉพาะ (Code) หรือมาตรฐานทั่วไป (Standard) ที่กำหนดไว้สามารถนำมาใช้ประเมินผลการทดสอบรับรองฝีมือช่างเชื่อมได้ ต่อเมื่อได้ทำตามมาตรฐานเฉพาะ (Code) หรือมาตรฐานทั่วไป (Standard)

๓.๓ ทักษะประกอบด้วยการปฏิบัติงานที่ตรงต่อเวลา การรักษาวินัย มีความซื่อสัตย์และประหยัด

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ ระดับ ๒ ได้แก่

๓.๔ ความรู้ ประกอบด้วย ขอบเขตความรู้ ความเข้าใจในเรื่อง ดังต่อไปนี้

๓.๔.๑ ความปลอดภัยทั่วไปในพื้นที่ปฏิบัติงาน (General Safety in the Working Area)

(๑) ประเภทของอุบัติเหตุต่างๆ ที่สามารถเกิดขึ้นได้ทั่วไปในสภาพแวดล้อมของการทำงาน การรู้สาเหตุและขั้นตอนต่างๆ จะสามารถนำมาใช้ป้องกันอุบัติเหตุได้

(๒) สาเหตุของการเกิดอัคคีภัยและการระเบิด มาตรการป้องกันการเกิดอัคคีภัยชนิดของเครื่องดับเพลิงและข้อแนะนำการใช้

(๓) การรู้จักใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เช่น แวนตานิรภัย แวนตาเชื่อม หน้ากากเชื่อม ถุงมือ เข็มกันไฟ รองเท้านิรภัย อุปกรณ์ ป้องกันหู กรองอากาศ ป้องกันศีรษะ

(๔) การตรวจสอบสถานที่ทำงานสำหรับความปลอดภัย และสภาพแวดล้อมของการทำงานเชื่อม หลักการในการจัดการและการรักษาความปลอดภัยในที่ทำงาน

(๕) หลักการในการใช้เครื่องมือ (Hand Tools) และเครื่องมือกล (Power Tools) อย่างปลอดภัย

(๖) การปฐมพยาบาลเบื้องต้นจากไฟไหม้ บาดเจ็บเล็กน้อยและบาดเจ็บสาหัส

(๗) หลักการปฐมพยาบาลเบื้องต้นในการดูแลบุคคลบาดเจ็บจากไฟฟ้าดูด ซึ่งจะรวมถึงการปั๊มหัวใจ (Coronary Pulmonary Resuscitation : CPR)

(๘) การปฐมพยาบาลเบื้องต้นสำหรับผู้ได้รับควัน ไอระเหยและแก๊สที่เป็นพิษ

(๙) กฎระเบียบที่สัมพันธ์กับภาวะการทำงาน ความปลอดภัย การถูกสุขลักษณะ และสิ่งแวดล้อมภายในและรอบ ๆ พื้นที่ทำงาน

๓.๔.๒ ความปลอดภัยในการเชื่อมและตัด (Welding and Cutting Safety)

(๑) มาตรการป้องกันส่วนบุคคลสำหรับการเกิดไฟฟ้าดูด รังสีไหม้ผิวหนังและตา การบาดเจ็บจากโลหะร้อน สะเก็ดจากการตัดแก๊สและเชื่อม ควันที่ออกมาจากการเผาไหม้ของไอระเหยของโลหะเติมและชิ้นงานเชื่อม

(๒) มาตรการป้องกันการเกิดอัคคีภัยขณะทำงานใกล้วัสดุติดไฟ

(๓) การเกิดแก๊สพิษเนื่องจากการเชื่อมและการตัดเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส การบาดเจ็บของช่างเชื่อมจากแก๊สพิษที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมและการตัดเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส

(๔) มาตรการป้องกันในการใช้ขวดแก๊ส (Cylinder) ความดันสูง

(๕) มาตรการป้องกันการเกิดอันตราย ขณะทำงานใกล้เครื่องมืออุปกรณ์ที่อยู่ในพื้นที่ทำการเชื่อม

๓.๔.๓ การใช้เครื่องมือวัด (Measuring Tools)

(๑) การใช้เครื่องมือร่างแบบ เช่น สายวัดระยะ ฉาก บรรทัดเหล็ก เวอร์เนีย คาลิปเปอร์ โปรแทรกเตอร์ ระดับน้ำและบรรทัดอ่อน

(๒) การใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิ เช่น ที่วัดอุณหภูมิแบบสัมผัส (Contact Pyrometer) ซอลด์สเตทอุณหภูมิ สิวัดอุณหภูมิ และเทอร์โมคัปเปิ้ล

(๓) การใช้อุปกรณ์การวัดแนวเชื่อม (เกจวัด แวนชยาย ไฟฉาย กระจกเงา ฯลฯ)

(๔) การดูแลและบำรุงรักษาเครื่องมือวัด

๓.๔.๔ การใช้เครื่องมือทั่วไป (Hand Tools)

(๑) คีม คีมล็อก แคลมป์ ปากกา

(๒) ตะไบและเลื่อยมือ

(๓) ค้อนและสกัด

(๔) ดอกสว่านและเครื่องเจาะ

(๕) ประแจต่าง ๆ

(๖) ชะแสง ถัด แม่แรงยกของ

(๗) แปรงลวด

(๘) หินเจียรระโนมือ (Hand Grinder)

(๙) การดูแลและบำรุงรักษาเครื่องมือ

๓.๔.๕ การใช้เครื่องมือกล (Power Tools)

(๑) เครื่องเจียรระโน

(๒) เครื่องตัดผิวโลหะ

(๓) เครื่องกดไฮดรอลิกส์

(๔) เครื่องทดสอบการตัดงอ

(๕) เครื่องตัดชิ้นงานและเครื่องเลื่อย

(๖) อุปกรณ์จับยึด

(๗) เครื่องผูกควั่น

(๘) การดูแลและบำรุงรักษาเครื่องมือกล

๓.๔.๖ เครื่องเชื่อม และวงจรไฟฟ้า (Welding Power Sources and Related

Electrical circuits)

(๑) ชนิดของเครื่องเชื่อม

(๒) การติดตั้งเครื่องเชื่อม

(๓) ขั้นตอนการทำงานของระบบเครื่องเชื่อมและอุปกรณ์

(๔) การปรับค่าพารามิเตอร์ในการใช้เครื่องเชื่อม

(๕) ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและกระแสไฟฟ้า (Volt-Amperage

Characteristic)

(๖) วัฏจักรการทำงาน (Duty-Cycle) ของเครื่องเชื่อม

(๗) ความต้านทานไฟฟ้าของสายเชื่อมและข้อต่อ

(๘) การต่อขั้วสายไฟเชื่อมกับชิ้นงาน

(๙) การเลือกใช้ การบำรุงรักษา การตรวจสอบอุปกรณ์ เช่น หัวเชื่อม สายเชื่อม

อุปกรณ์ปรับกระแส (Remote Control) ขั้วเชื่อม ข้อต่อสายเชื่อม

(๑๐) ชนิดของกระแสไฟเชื่อม และชนิดของพัลส์ (Pulse)

(๑๑) ขนาดและสัญลักษณ์สีของท่อแก๊ส อุปกรณ์ปรับความดัน และมาตรวัด อัตราการไหลของแก๊ส

๓.๔.๗ เทคนิคการเชื่อม (Welding Technique)

(๑) ประเภทของการอาร์กแบบลัดวงจร (Short-Arc Transfers) การอาร์กแบบหยด (Globular-Arc Transfers) การอาร์กแบบสเปรย์ (Spray-Arc Transfers)

(๒) หลักการพื้นฐานของการเชื่อมเม็ก

(๓) ค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้า อัตราและความเร็วป้อนลวดสำหรับการเชื่อมเม็ก

(๔) ประเภท ขนาด สมบัติของหัวฉีด (Nozzle) ท่อนำกระแส (Contact Tube)

และการบำรุงรักษา

(๕) การป้องกันและการแก้ไขการบิดตัวของความเค้นตกค้าง

(๖) ความสัมพันธ์ระหว่างท่าเชื่อมและเทคนิคการเชื่อม

(๗) ผลกระทบของระยะยื่น (Stick Out) ของลวดเชื่อม

(๘) หลักการของระบบพัลส์ (Pulse System)

๓.๔.๘ สมบัติและความสามารถเชื่อมได้ของโลหะ (Weld Ability of Metals)

(๑) ชนิดและชั้นคุณภาพของเหล็กกล้า

(๒) สมบัติเหล็กกล้า รวมไปถึงค่าความต้านแรงดึง ค่าความต้านแรงกระแทก ความแข็ง ความเหนียว (Toughness) ลักษณะการกัดกร่อน

(๓) กรรมวิธีของการตรวจสอบคุณภาพ รวมไปถึงการทดสอบแบบทำลาย และการทดสอบแบบไม่ทำลาย

(๔) มาตรฐานเกี่ยวกับโลหะขึ้นงาน เช่น ISO 630, JIS G3101, DIN 17100 ASTM A36 ฯลฯ

(๕) สมบัติทางเคมีและลักษณะการกัดกร่อนของโลหะขึ้นงาน

(๖) รูปทรงของเหล็กกล้า แผ่นบาง แผ่นหนา เส้นแบน กลม ฉาก ราง เหล็กตัวไอ เหล็กตัวเอช หน้าแปลน ท่อ (pipe) ท่อบาง (tube) กลม สี่เหลี่ยม

๓.๔.๕ ลวดเชื่อมและแก๊สปกป้อง (Wire Electrodes and Shielding Gases)

(๑) ข้อกำหนดตามมาตรฐานของลวดเชื่อม สำหรับเหล็กกล้าคาร์บอนและเหล็กกล้าผสมต่ำ เหล็กกล้าเกรนละเอียด

(๒) การเลือกชนิดของลวดเชื่อม ขนาด ความสามารถใช้ได้ของลวดเชื่อม  
(๓) การเก็บรักษา การใช้ลวดเชื่อม  
(๔) การกำหนดค่าแรงดัน (Volt) การปรับตั้งกระแสไฟให้เหมาะสมกับขนาดของลวดและท่าเชื่อม

(๕) การกำหนดขั้วเชื่อมเป็น DC+

(๖) ชนิดมาตรฐานของแก๊สปกป้องและการเลือกใช้

(๗) ผลกระทบของการเอียงหัวเชื่อมแบบเดินหน้าและถอยหลัง

(๘) ผลกระทบของการใช้ปริมาณของแก๊สปกป้องมากหรือน้อยเกินไป

(๙) แก๊สปกป้องแนวราบ ความจำเป็นและวิธีการใช้

๓.๔.๑๐ ข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม (Welding Procedure Specifications-WPS)

(๑) จุดมุ่งหมาย ตามข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม

(๒) การกำหนดค่าพารามิเตอร์ของการเชื่อม

(๓) การเลือกลวดเชื่อมให้เหมาะกับโลหะชิ้นงาน

(๔) สัญลักษณ์งานเชื่อม

(๕) ลักษณะเฉพาะของแนวต่องานเชื่อม รวมทั้งชนิดแนวต่อ รูปทรงเรขาคณิตขนาด ที่สัมพันธ์กับสัญลักษณ์งานเชื่อม

๓.๔.๑๑ คณิตศาสตร์ประยุกต์ที่สัมพันธ์กับการร่างแบบงานเชื่อม

(๑) คณิตศาสตร์พื้นฐาน การบวก ลบ คูณ หาร การหาร้อยละ

(๒) การวัดและการคำนวณความยาว มุม พื้นที่ ปริมาตร น้ำหนัก ความดัน

(๓) การแปลงหน่วยของมาตรวัด มาตรฐานต่าง ๆ

(๔) การใช้เครื่องคำนวณ

๓.๔.๑๒ วิทยาศาสตร์เบื้องต้นที่สัมพันธ์กับงานเชื่อม

(๑) สาเหตุและการป้องกันการกัดกร่อนและการสึกหรอ

(๒) โลหะวิทยาที่สัมพันธ์กับงานเชื่อมอิทธิพลของความร้อนที่มีต่อชิ้นงานเชื่อมการอุ่นชิ้นงาน (Preheat) และการให้ความร้อนหลังเชื่อม (Post Heat)

๓.๔.๑๓ การตรวจสอบและคุณภาพของงานเชื่อม

(๑) การตรวจสอบพินิจ (Visual Inspection) การเตรียมแนวต่อก่อนการเชื่อม

(๒) การตรวจสอบพินิจตัวแปรของงานโดยช่างเชื่อมในระหว่างการเชื่อม

(๓) การตรวจสอบพินิจ ความนูนด้านหน้าแนวเชื่อมและด้านราก ภายหลังจากการเชื่อมเสร็จ (รวมทั้งแนวกัดแหวน รุปรุน สารฝังใน (Inclusion) การหลอมไม่สมบูรณ์ รอยร้าว ความกว้าง ความสูง รูปร่างแนวเชื่อม ความสม่ำเสมอของแนวเชื่อม)

(๔) การวัดขนาดแนวเชื่อม

(๕) การซ่อมจุดบกพร่อง (Defects) ของชิ้นงานก่อนและหลังการเชื่อมเสร็จ

๓.๔.๑๔ ท่อ (Pipe)

(๑) ชนิดและขนาดของท่อ

(๒) การวัดความกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง ความหนาของผนัง ความเหลื่อม (Misalignment) การร่วมศูนย์เดียวกัน

(๓) ข้อต่อท่อ หน้าแปลน

(๔) การต่อท่อ การปรับแนวต่อ ข้อต่อท่อและหน้าแปลน

(๕) คุณภาพของงานเชื่อมท่อ

(๖) การซ่อมจุดบกพร่องของแนวเชื่อมท่อ

๓.๕ ความสามารถ ประกอบด้วย ขอบเขตความสามารถในการปฏิบัติงาน ดังต่อไปนี้

๓.๕.๑ การทำงานอย่างปลอดภัย

(๑) การป้องกันอุบัติเหตุจากการปฏิบัติงานเชื่อม

(๒) มาตรการป้องกันอัคคีภัย การรู้ตำแหน่งของเครื่องดับเพลิง

(๓) การสวมใส่และการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่เหมาะสม

(๔) การรักษาพื้นที่ทำงานให้ปลอดภัย สะอาดและเป็นระเบียบ

(๕) การใช้หน้ากากกรองแสง การระบายอากาศ และแสงสว่างอย่างเหมาะสม

(๖) การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์อย่างปลอดภัยและถูกวิธี

- (๓) การป้องกันอุบัติเหตุในการทำงานในสถานที่จำกัด
- (๔) การป้องกันแก๊สพิษจากปฏิบัติงานเชื่อม
- ๓.๕.๒ เครื่องมือวัดอุปกรณ์และเครื่องมือร่างแบบ
- (๑) สาธิตการใช้เครื่องมือวัดอุปกรณ์ และเครื่องมือร่างแบบอย่างถูกต้องระหว่างการสอบปฏิบัติ
- (๒) ช่างเชื่อมจะต้องร่างแบบบนชิ้นงานเชื่อมอย่างถูกต้อง โดยใช้ตลับเมตร ฉาบบรรทัด และนำศูนย์
- (๓) ระหว่างการทดสอบ ต้องใช้เครื่องวัดอัตราการไหล เกจปรับแรงดัน เครื่องมือวัดอุณหภูมิ และมาตรวัดไฟฟ้า ด้วยความระมัดระวังอย่างเหมาะสม
- (๔) ช่างเชื่อมจะต้องแสดงวิธีการเก็บบำรุงรักษาเครื่องมือวัด และเครื่องมือร่างแบบอย่างเหมาะสม
- ๓.๕.๓ การใช้เครื่องมือและเครื่องมือกลอย่างถูกต้อง ในระหว่างการสอบภาคปฏิบัติ
- (๑) ช่างเชื่อมควรใช้เครื่องมือและเครื่องมือกลอย่างปลอดภัย และถูกต้องในระหว่างการทดสอบรับรองฝีมือช่างเชื่อม
- (๒) ช่างเชื่อมควรแสดงให้เห็นถึงวิธีการดูแล การเก็บ การบำรุงรักษาเครื่องมือ และเครื่องมือกลอย่างเหมาะสมระหว่างการทดสอบ
- ๓.๕.๔ ให้มีข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อมเป็นส่วนหนึ่งของการทดสอบการรับรองฝีมือช่างเชื่อม
- (๑) เลือกและเตรียมคูปองเชื่อม เพื่อให้สอดคล้องตามเงื่อนไขของข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม คูปองเชื่อมจะต้องได้รับการตรวจสอบเพื่อการยอมรับ โดยผู้ตรวจสอบงานเชื่อมที่ได้รับอนุญาต (Authorized Welding Inspector-AWI)
- (๒) จะต้องเตรียมและปรับเครื่องเชื่อม ให้เป็นไปตามเงื่อนไขของข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม ช่างเชื่อมสามารถใช้ชิ้นงานทดลองสำหรับปรับเครื่องเชื่อมให้ถูกต้อง และให้เกิดความคุ้นเคยในการใช้เครื่องเชื่อมก่อนเริ่มทำการสอบ



(๓) จะต้องประกอบและทำการเชื่อมยึด และปรับตำแหน่งของคูปองเชื่อม สำหรับการสอบ ชิ้นงานสอบที่เตรียมไว้จะถูกตรวจสอบก่อนทำการเชื่อม เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อมโดยผู้ตรวจสอบงานเชื่อมที่ได้รับอนุญาต (Authorized Welding Inspector-AWI)

(๔) จะต้องเชื่อมแนวราก ชัดด้วยแปรง และแนวรากจะต้องได้รับการยอมรับจากผู้ตรวจสอบงานเชื่อมที่ได้รับอนุญาต (Authorized Welding Inspector-AWI)

(๕) ให้เชื่อมแนวกลาง (Fill Pass) จนเสร็จ ยกเว้นแนวปิด (CAP) ชั้นระหว่างกลางจะต้องได้รับการยอมรับจากผู้ตรวจสอบงานเชื่อมที่ได้รับอนุญาต (Authorized Welding Inspector-AWI)

(๖) จะต้องเชื่อมแนวปิด ชัดด้วยแปรง และแนวเชื่อมที่สมบูรณ์จะต้องได้รับการตรวจสอบพินิจ โดยผู้ตรวจสอบงานเชื่อมที่ได้รับอนุญาต (Authorized Welding Inspector-AWI)

(๗) ชิ้นงานเชื่อมจะต้องเตรียมสำหรับการทดสอบทางกล หรือในกรณีถ้าทำการถ่ายภาพรังสี ทดสอบและประเมินผลโดยผู้ตรวจสอบงานเชื่อมที่ได้รับอนุญาต (Authorized Welding Inspector-AWI) การถ่ายภาพรังสี และการเตรียมชิ้นทดสอบทางกลสามารถดำเนินการ โดยสถานประกอบการ หรือบุคคลที่ได้รับการรับรอง

#### ๓.๕.๕ การตรวจสอบและประเมินผล

(๑) การตรวจสอบพินิจและการประเมินผลจะต้องทำตามเงื่อนไขของมาตรฐานเฉพาะ (Code) หรือมาตรฐานทั่วไป (Standard) ทั้งหมดที่มีในข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อมและการทดสอบรับรองฝีมือช่างเชื่อม

(๒) การทดสอบถ่ายภาพด้วยรังสีและการประเมินผลจะต้องทำตามเงื่อนไขของมาตรฐานเฉพาะ (Code) หรือมาตรฐานทั่วไป (Standard) ทั้งหมดที่มีในข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อมและการทดสอบรับรองฝีมือช่างเชื่อม

(๓) การทดสอบคัดงอและการประเมินผลจะต้องทำตามเงื่อนไขของมาตรฐานเฉพาะ (Code) หรือมาตรฐานทั่วไป (Standard) ทั้งหมดที่มีในข้อกำหนด กรรมวิธีการเชื่อมและการทดสอบรับรองฝีมือช่างเชื่อม

(๔) การทดสอบแตกหักและการประเมินผลจะต้องทำตามเงื่อนไขของมาตรฐานเฉพาะ (Code) หรือมาตรฐานทั่วไป (Standard) ทั้งหมดที่มีในข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อมและการทดสอบรับรองฝีมือช่างเชื่อม

(๕) ผู้ตรวจสอบงานเชื่อมที่ได้รับอนุญาต (Authorized Welding Inspector-AWI) สามารถยุติการทดสอบรับรองฝีมือช่างเชื่อมได้ทุกเวลา ถ้าเห็นว่าช่างเชื่อมที่ทำการสอบไม่มีระดับทักษะที่จะทำให้การสอบได้สำเร็จ

(๖) เมื่อได้ประเมินผลการสอบเรียบร้อยแล้ว ถ้าการทดสอบเป็นไปตามเงื่อนไขของมาตรฐานเฉพาะ (Code) หรือมาตรฐานทั่วไป (Standard) ที่มี จึงจะทำบันทึกและออกใบและบัตรรับรองฝีมือช่างเชื่อม โดยกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน/สมาคมการเชื่อมโลหะแห่งประเทศไทย (DSD/TWS) ให้

๓.๕.๖ ข้อกำหนดการยอมรับด้านคุณภาพ (Acceptable Quality Requirements) ISO 5817 มาตรฐานสากลสำหรับการเชื่อมเหล็กกล้า/ข้อเสนอแนะในการประเมินระดับคุณภาพของความไม่สมบูรณ์ (International Standard for Arc-Welded Joints in Steel/Guidance on Quality Levels for Imperfections) สามารถนำมาใช้ประเมินข้อกำหนดของคุณภาพสำหรับความไม่สมบูรณ์ (Imperfections)

๓.๖ ทักษะคิด ประกอบด้วย แนวความคิดเห็นในเรื่องการพัฒนาความรู้ วิเคราะห์งานสามารถตัดสินใจ แก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน และให้คำแนะนำแก่ผู้ได้บังคับบัญชา

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ ระดับ ๓ ได้แก่

๓.๗ ความรู้ ประกอบด้วย ขอบเขตความรู้ ความเข้าใจในเรื่อง ดังต่อไปนี้

๓.๗.๑ ความปลอดภัยทั่วไปในพื้นที่ปฏิบัติงาน (General Safety in the Working Area)

(๑) ประเภทของอุบัติเหตุต่างๆ ที่สามารถเกิดขึ้นได้ทั่วไปในสภาพแวดล้อมของการทำงาน การรู้สาเหตุและขั้นตอนต่างๆ จะสามารถนำมาใช้ป้องกันอุบัติเหตุได้

(๒) สาเหตุของการเกิดอัคคีภัยและการระเบิด มาตรการป้องกันการเกิดอัคคีภัยชนิดของเครื่องดับเพลิงและข้อเสนอแนะการใช้

(๓) การรู้จักใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เช่น แวนตานีรภัย แวนตาเชื่อม หน้ากากเชื่อม ถุงมือ เข็มกันไฟ รองเท้านีรภัย อุปกรณ์ ป้องกันหู กรองอากาศ ป้องกันศีรษะ

(๔) การตรวจสอบสถานที่ทำงานสำหรับความปลอดภัย และสภาพแวดล้อมของการทำงานเชื่อม หลักการในการจัดการและการรักษาความปลอดภัยในที่ทำงาน

(๕) หลักการในการใช้เครื่องมือ (Hand Tools) และเครื่องมือกล (Power Tools)

อย่างปลอดภัย

(๖) การปฐมพยาบาลเบื้องต้นจากไฟไหม้ บาดเจ็บเล็กน้อยและบาดเจ็บสาหัส

(๗) หลักการปฐมพยาบาลเบื้องต้นในการดูแลบุคคลบาดเจ็บจากไฟฟ้าดูด ซึ่งจะรวมถึงการปั๊มหัวใจ (Coronary Pulmonary Resuscitation : CPR)

(๘) การปฐมพยาบาลเบื้องต้นสำหรับผู้ได้รับควัน ไอรระเหยและแก๊สที่เป็นพิษ

(๙) กฎระเบียบที่สัมพันธ์กับภาวะการทำงาน ความปลอดภัย การถูกสุขลักษณะ และสิ่งแวดล้อมภายในและรอบ ๆ พื้นที่ทำงาน

๓.๗.๒ ความปลอดภัยในการเชื่อมและตัด (Welding and Cutting Safety)

(๑) มาตรการป้องกันส่วนบุคคลสำหรับการเกิดไฟฟ้าดูด รังสีไหม้ผิวหนังและตา การบาดเจ็บจากโลหะร้อน สะเก็ดจากการตัดแก๊สและเชื่อม ควันที่ออกมาจากการเผาไหม้ของไอระเหยของโลหะเติมและชิ้นงานเชื่อม

(๒) มาตรการป้องกันการเกิดอัคคีภัยขณะทำงานใกล้วัสดุติดไฟ

(๓) การเกิดแก๊สพิษ เนื่องจากการเชื่อมและการตัดเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส การบาดเจ็บของช่างเชื่อมจากแก๊สพิษที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมและการตัดเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส

(๔) มาตรการป้องกันในการใช้ขวดแก๊ส (Cylinder) ความดันสูง

(๕) มาตรการป้องกันการเกิดอันตราย ขณะทำงานใกล้เครื่องมืออุปกรณ์ที่อยู่ในพื้นที่ทำการเชื่อม

๓.๗.๓ การใช้เครื่องมือวัด (Measuring Tools)

(๑) การใช้เครื่องมือร่างแบบ เช่น สายวัดระยะ ฉาก บรรทัดเหล็ก เวอร์เนีย คาลิปเปอร์ โปรแทรกเตอร์ ระดับน้ำและบรรทัดอ่อน

(๒) การใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิ เช่น ที่วัดอุณหภูมิแบบสัมผัส (Contact Pyrometer) ซอด้กวัดอุณหภูมิ สีวัดอุณหภูมิ และเทอร์โมคัปเปิ้ล

(๓) การใช้อุปกรณ์การวัดแนวเชื่อม (เกจวัด แวนชยาย ไฟฉาย กระจกเงา ฯลฯ)

(๔) การดูแลและบำรุงรักษาเครื่องมือวัด

๓.๗.๔ การใช้เครื่องมือทั่วไป (Hand Tools)

(๑) คีม คีมคีบ คีมตัด คีมบีบ

(๒) ตะไบและเลื่อยมือ

(๓) ค้อนและสกัด

(๔) ดอกสว่านและเครื่องเจาะ

(๕) ประแจต่าง ๆ

(๖) ชะแลง ลิ่ม แม่แรงยกของ

(๗) แปรงลวด

(๘) หินเจียรระโนมือ (Hand Grinder)

(๙) การดูแลและบำรุงรักษาเครื่องมือ

๓.๓.๕ การใช้เครื่องมือกล (Power Tools)

(๑) เครื่องเจียรระโน

(๒) เครื่องตัดผิวโลหะ

(๓) เครื่องกดไฮดรอลิกส์

(๔) เครื่องทดสอบการตัดงอ

(๕) เครื่องตัดชิ้นงานและเครื่องเลื่อย

(๖) อุปกรณ์จับยึด

(๗) เครื่องคูควัน

(๘) การดูแลและบำรุงรักษาเครื่องมือกล

๓.๓.๖ เครื่องเชื่อม และวงจรไฟฟ้า (Welding Power Sources and Related

Electrical circuits)

(๑) ชนิดของเครื่องเชื่อม

(๒) การติดตั้งเครื่องเชื่อม

(๓) ขั้นตอนการทำงานของระบบเครื่องเชื่อมและอุปกรณ์

(๔) การปรับค่าพารามิเตอร์ในการใช้เครื่องเชื่อม

(๕) ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและกระแสไฟฟ้า (Volt-Amperage Characteristic)

(๖) วัฏจักรการทำงาน (Duty-Cycle) ของเครื่องเชื่อม

- (๙) ความต้านทานไฟฟ้าของสายเชื่อมและข้อต่อ
- (๙) การต่อขั้วสายไฟเชื่อมกับชิ้นงาน
- (๙) การเลือกใช้ การบำรุงรักษา การตรวจสอบอุปกรณ์ เช่น หัวเชื่อม สายเชื่อม อุปกรณ์ปรับกระแส (Remote Control) ขั้วเชื่อม ข้อต่อสายเชื่อม
- (๑๐) ชนิดของกระแสไฟเชื่อม และชนิดของพัลส์ (Pulse)
- (๑๑) ขนาดและสัญลักษณ์สีของท่อแก๊ส อุปกรณ์ปรับความดัน และมาตรวัดอัตราการไหลของแก๊ส

#### ๓.๓.๓ เทคนิคการเชื่อม (Welding Technique)

- (๑) ประเภทของการอาร์กแบบตัดวงจร (Short-Arc Transfers) การอาร์กแบบหยด (Globular-Arc Transfers) การอาร์กแบบสเปรย์ (Spray-Arc Transfers)
- (๒) หลักการพื้นฐานของการเชื่อมเม็ก
- (๓) ค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้า อัตราและความเร็วป้อนลวดสำหรับการเชื่อมเม็ก
- (๔) ประเภท ขนาด สมบัติของหัวฉีด (Nozzle) ท่อนำกระแส (Contact Tube) และการบำรุงรักษา

(๕) การป้องกันและการแก้ไขการบิดตัวของความเค้นตกค้าง

(๖) ความสัมพันธ์ระหว่างท่าเชื่อมและเทคนิคการเชื่อม

(๗) ผลกระทบของระยะยื่น (Stick Out) ของลวดเชื่อม

(๘) หลักการของระบบพัลส์ (Pulse System)

#### ๓.๓.๔ สมบัติและความสามารถเชื่อมได้ของโลหะ (Weld Ability of Metals)

(๑) ชนิดและชั้นคุณภาพของเหล็กกล้า

(๒) สมบัติเหล็กกล้า รวมไปถึงค่าความต้านแรงดึง ค่าความต้านแรงกระแทก

ความแข็ง ความเหนียว (Toughness) ลักษณะการกัดกร่อน

(๓) กรรมวิธีของการตรวจสอบคุณภาพ รวมไปถึงการทดสอบแบบทำลาย และการทดสอบแบบไม่ทำลาย

(๔) มาตรฐานเกี่ยวกับโลหะชิ้นงาน เช่น ISO 630, JIS G3101, DIN 17100

ASTM A36 ฯลฯ

(๕) สมบัติทางเคมีและลักษณะการกัดกร่อนของโลหะชิ้นงาน

(๖) รูปทรงของเหล็กกล้า แผ่นบาง แผ่นหนา เส้นแบน กลม ฉาก ราง เหล็กตัวไอ เหล็กตัวเอช หน้าแปลน ท่อ (pipe) ท่อบาง (tube) กลม สีเหลือง

๓.๓.๕ ลวดเชื่อมและแก๊สปกป้อง (Wire Electrodes and Shielding Gases)

(๑) ข้อกำหนดตามมาตรฐานของลวดเชื่อม สำหรับเหล็กกล้าคาร์บอนและเหล็กกล้าผสมต่ำ เหล็กกล้าเกรนละเอียด

(๒) การเลือกชนิดของลวดเชื่อม ขนาด ความสามารถในการใช้ได้ของลวดเชื่อม

(๓) การเก็บรักษา การใช้ลวดเชื่อม

(๔) การกำหนดค่าแรงดัน (Volt) การปรับตั้งกระแสไฟให้เหมาะสมกับขนาดของลวดและท่าเชื่อม

(๕) การกำหนดขั้วเชื่อมเป็น DC+

(๖) ชนิดมาตรฐานของแก๊สปกป้องและการเลือกใช้

(๗) ผลกระทบของการเอียงหัวเชื่อมแบบเดินหน้าและถอยหลัง

(๘) ผลกระทบของการใช้ปริมาณของแก๊สปกป้องมากหรือน้อยเกินไป

(๙) แก๊สปกป้องเนวราก ความจำเป็นและวิธีการใช้

๓.๓.๑๐ ข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม (Welding Procedure Specifications-WPS)

(๑) จุดมุ่งหมายตามข้อกำหนด กรรมวิธีการเชื่อม

(๒) การกำหนดค่าพารามิเตอร์ของการเชื่อม

(๓) การเลือกลวดเชื่อมให้เหมาะกับโลหะชิ้นงาน

(๔) สัญลักษณ์งานเชื่อม

(๕) ลักษณะเฉพาะของแนวต่องานเชื่อม รวมทั้งชนิดแนวต่อ รูปทรงเรขาคณิต ขนาดที่สัมพันธ์กับสัญลักษณ์งานเชื่อม

๓.๓.๑๑ คณิตศาสตร์ประยุกต์ที่สัมพันธ์กับการร่างแบบงานเชื่อม

(๑) คณิตศาสตร์พื้นฐาน การบวก ลบ คูณ หาร การหาร้อยละ

(๒) การวัดและการคำนวณความยาว มุม พื้นที่ ปริมาตร น้ำหนัก ความดัน

- (๓) การแปลงหน่วยของมาตรวัด มาตรฐานต่าง ๆ
- (๔) การใช้เครื่องคำนวณ
- ๓.๓.๑๒ วิทยาศาสตร์เบื้องต้นที่สัมพันธ์กับงานเชื่อม
  - (๑) สาเหตุและการป้องกันการกัดกร่อนและการสึกหรอ
  - (๒) โลหะวิทยาที่สัมพันธ์กับงานเชื่อมอิทธิพลของความร้อนที่มีต่อชิ้นงานเชื่อม การอุ่น ชิ้นงาน (Preheat) และการให้ความร้อนหลังเชื่อม (Post Heat)
- ๓.๓.๑๓ การตรวจสอบและคุณภาพของงานเชื่อม
  - (๑) การตรวจสอบพินิจ (Visual Inspection) การเตรียมแนวต่อก่อนการเชื่อม
  - (๒) การตรวจสอบพินิจตัวแปรของงาน โดยช่างเชื่อมในระหว่างการเชื่อม
  - (๓) การตรวจสอบพินิจ ความนูนด้านหน้าแนวเชื่อมและด้านราก ภายหลังจากการเชื่อมเสร็จ (รวมทั้งแนวกัดแห้ว รูพรุน สารฝังใน (Inclusion) การหลอมไม่สมบูรณ์ รอยร้าว ความกว้าง ความสูง รูปร่างแนวเชื่อม ความสม่ำเสมอของแนวเชื่อม)
  - (๔) การวัดขนาดแนวเชื่อม
  - (๕) การซ่อมจุดบกพร่อง (Defects) ของชิ้นงานก่อนและหลังการเชื่อมเสร็จ
- ๓.๓.๑๔ ท่อ (Pipe)
  - (๑) ชนิดและขนาดของท่อ
  - (๒) การวัดความกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง ความหนาของผนัง ความเหลื่อม (Misalignment) การร่วมศูนย์เดียวกัน
- (๓) ข้อต่อท่อ หน้าแปลน
  - (๔) การต่อท่อ การปรับแนวต่อ ข้อต่อท่อและหน้าแปลน
  - (๕) คุณภาพของงานเชื่อมท่อ
  - (๖) การซ่อมจุดบกพร่องของแนวเชื่อมท่อ
- ๓.๘ ความสามารถ ประกอบด้วย ขอบเขตความสามารถในการปฏิบัติงาน ดังต่อไปนี้
  - ๓.๘.๑ การทำงานอย่างปลอดภัย
    - (๑) การป้องกันอุบัติเหตุจากการปฏิบัติงานเชื่อม
    - (๒) มาตรการป้องกันอัคคีภัย การรู้ตำแหน่งของเครื่องดับเพลิง

- (๓) การสวมใส่และการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่เหมาะสม
- (๔) การรักษาพื้นที่ทำงานให้ปลอดภัย สะอาดและเป็นระเบียบ
- (๕) การใช้หน้ากากกรองแสง การระบายอากาศ และแสงสว่างอย่างเหมาะสม
- (๖) การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์อย่างปลอดภัยและถูกวิธี
- (๗) การป้องกันอุบัติเหตุในการทำงานในสถานที่จำกัด
- (๘) การป้องกันแก๊สพิษจากปฏิบัติงานเชื่อม

#### ๓.๘.๒ เครื่องมือวัดอุปกรณ์และเครื่องมือร่างแบบ

- (๑) สาริตการใช้เครื่องมือวัดอุปกรณ์และเครื่องมือร่างแบบอย่างถูกต้องระหว่าง

#### การสอบปฏิบัติ

- (๒) ช่างเชื่อมจะต้องร่างแบบบนชิ้นงานเชื่อมอย่างถูกต้อง โดยใช้ตลับเมตร

#### ฉากบรรทัด และนำศูนย์

- (๓) ระหว่างการทดสอบ ต้องใช้เครื่องมือวัดอัตราการไหล เกจปรับแรงดัน เครื่องมือวัดอุณหภูมิ และมาตรวัดไฟฟ้า ด้วยความระมัดระวังอย่างเหมาะสม

- (๔) ช่างเชื่อมจะต้องแสดงวิธีการเก็บบำรุงรักษาเครื่องมือวัด และเครื่องมือร่างแบบอย่างเหมาะสม

#### ๓.๘.๓ การใช้เครื่องมือและเครื่องมือกลอย่างถูกต้องในระหว่างการสอบ

#### ภาคปฏิบัติ

- (๑) ช่างเชื่อมควรใช้เครื่องมือและเครื่องมือกลอย่างปลอดภัย และถูกต้องในระหว่างการทดสอบรับรองฝีมือช่างเชื่อม

- (๒) ช่างเชื่อมควรแสดงให้เห็นถึงวิธีการดูแล การเก็บ การบำรุงรักษาเครื่องมือและเครื่องมือกลอย่างเหมาะสมระหว่างการทดสอบ

- ๓.๘.๔ ให้มีข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อมเป็นส่วนหนึ่งของการทดสอบการรับรองฝีมือช่างเชื่อม

- (๑) เลือกและเตรียมคูปองเชื่อม เพื่อให้สอดคล้องตามเงื่อนไขของข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม คูปองเชื่อมจะต้องได้รับการตรวจสอบเพื่อการยอมรับ โดยผู้ตรวจสอบงานเชื่อมที่ได้รับอนุญาต (Authorized Welding Inspector-AWI)



(๒) จะต้องเตรียมและปรับเครื่องเชื่อม ให้เป็นไปตามเงื่อนไขของข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม ช่างเชื่อมสามารถใช้นั่งงานทดลองสำหรับปรับเครื่องเชื่อมให้ถูกต้อง และให้เกิดความคุ้นเคยในการใช้เครื่องเชื่อมก่อนเริ่มทำการสอบ

(๓) จะต้องประกอบและทำการเชื่อมยึด และปรับตำแหน่งของคูปองเชื่อม สำหรับการสอบ ชิ้นงานสอบที่เตรียมไว้จะถูกตรวจสอบก่อนทำการเชื่อม เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม โดยผู้ตรวจสอบงานเชื่อมที่ได้รับอนุญาต (Authorized Welding Inspector-AWI)

(๔) จะต้องเชื่อมแนวราบ ชัดด้วยแปรงและแนวราบจะต้องได้รับการยอมรับจากผู้ตรวจสอบงานเชื่อมที่ได้รับอนุญาต (Authorized Welding Inspector-AWI)

(๕) ให้เชื่อมแนวกลาง (Fill Pass) จนเสร็จ ยกเว้นแนวปิด (CAP) ชั้นระหว่างกลาง จะต้องได้รับการยอมรับ โดยผู้ตรวจสอบงานเชื่อมที่ได้รับอนุญาต (Authorized Welding Inspector-AWI)

(๖) จะต้องเชื่อมแนวปิด ชัดด้วยแปรงและแนวเชื่อมที่สมบูรณ์จะต้องได้รับการตรวจสอบพินิจ โดยผู้ตรวจสอบงานเชื่อมที่ได้รับอนุญาต (Authorized Welding Inspector-AWI)

(๗) ชิ้นงานเชื่อมจะต้องเตรียมสำหรับการทดสอบทางกล หรือในกรณีถ้าทำการถ่ายภาพรังสี ทดสอบและประเมินผลโดยผู้ตรวจสอบงานเชื่อมที่ได้รับอนุญาต (Authorized Welding Inspector-AWI) การถ่ายภาพรังสี และการเตรียมชิ้นทดสอบทางกลสามารถดำเนินการโดยสถานประกอบการ หรือบุคคลที่ได้รับการรับรอง

#### ๓.๘.๕ การตรวจสอบและประเมินผล

(๑) การตรวจสอบพินิจและการประเมินผลจะต้องทำตามเงื่อนไขของมาตรฐานเฉพาะ (Code) หรือมาตรฐานทั่วไป (Standard) ทั้งหมดที่มีในข้อกำหนด กรรมวิธีการเชื่อมและการทดสอบรับรองฝีมือช่างเชื่อม

(๒) การทดสอบถ่ายภาพด้วยรังสีและการประเมินผลจะต้องทำตามเงื่อนไขของมาตรฐานเฉพาะ (Code) หรือมาตรฐานทั่วไป (Standard) ทั้งหมดที่มีในข้อกำหนด กรรมวิธีการเชื่อมและการทดสอบรับรองฝีมือช่างเชื่อม

(๓) การทดสอบดัดงอและการประเมินผลจะต้องทำตามเงื่อนไขของมาตรฐานเฉพาะ (Code) หรือมาตรฐานทั่วไป (Standard) ทั้งหมดที่มีในข้อกำหนด กรรมวิธีการเชื่อมและการทดสอบรับรองฝีมือช่างเชื่อม

(๔) การทดสอบแตกหักและการประเมินผลจะต้องทำตามเงื่อนไขของมาตรฐานเฉพาะ (Code) หรือมาตรฐานทั่วไป (Standard) ทั้งหมดที่มีในข้อกำหนด กรรมวิธีการเชื่อมและการทดสอบรับรองฝีมือช่างเชื่อม

(๕) ผู้ตรวจสอบงานเชื่อมที่ได้รับอนุญาต (Authorized Welding Inspector-AWI) สามารถยุติการทดสอบรับรองฝีมือช่างเชื่อมได้ตลอดเวลา ถ้าเห็นว่าช่างเชื่อมที่ทำการสอบไม่มีระดับทักษะที่จะทำให้การสอบได้สำเร็จ

(๖) เมื่อได้ประเมินผลการสอบเรียบร้อยแล้ว ถ้าการทดสอบเป็นไปตามเงื่อนไขของมาตรฐานเฉพาะ (Code) หรือมาตรฐานทั่วไป (Standard) ที่มี จึงจะทำบันทึกและออกใบและบัตรรับรองฝีมือช่างเชื่อม โดยกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน/สมาคมการเชื่อมโลหะแห่งประเทศไทย (DSD/TWS) ให้

๓.๘.๖ ข้อกำหนดการยอมรับด้านคุณภาพ (Acceptable Quality Requirements)

(๑) ISO 5817 มาตรฐานสากลสำหรับการเชื่อมเหล็กกล้า/ข้อเสนอแนะในการประเมินระดับคุณภาพของความไม่สมบูรณ์ (International Standard for Arc-Welded Joints in Steel/Guidance on Quality Levels for Imperfections) สามารถนำมาใช้ประเมินข้อกำหนดของคุณภาพสำหรับความไม่สมบูรณ์ (Imperfections)

๓.๕ ทักษะคิด ประกอบด้วย แนวความคิดในการวิเคราะห์ การวางแผนและการแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน โดยคำนึงถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำงาน

ประกาศ ณ วันที่ ๔ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๕

ฐาปนุตร ชมเสวี

รองปลัดกระทรวงแรงงาน

หัวหน้ากลุ่มภารกิจด้านส่งเสริมขีดความสามารถ

ในการแข่งขันของประเทศ

ประธานกรรมการส่งเสริมการพัฒนาฝีมือแรงงาน