

## บทที่ 2

### องค์ประกอบกรเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

สัปดาห์ที่ 4    2.1 องค์ประกอบที่มีผลต่อคุณภาพของแนวเชื่อม

ใบงานที่ 5    งานเชื่อมต่อเกยท่าราบ

## บทที่ 2

### องค์ประกอบ การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

#### บทนำ

องค์ประกอบ การเชื่อมไฟฟ้าโลหะด้วยลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ ที่จะให้ได้งานเชื่อมที่มีคุณภาพนั้น ผู้ปฏิบัติงานจะต้องรู้ถึงเทคนิควิธีในการฝึกเชื่อมขั้นแรกก่อน ซึ่งจะมีองค์ประกอบที่สำคัญ หลายอย่างด้วยกันนั้น คือ การเลือกใช้ค่ากระแสไฟเชื่อม ระยะอาร์กการเชื่อม การตั้งมุมของลวดเชื่อมที่กระทำต่อชิ้นงาน ความเร็วในการเดินลวดเชื่อม รวมทั้งเทคนิคในเริ่มต้นการอาร์ก การสายลวดเชื่อม รวมถึงการสิ้นสุดรอยเชื่อม ซึ่งผู้ปฏิบัติงานจะต้อง เรียนรู้และฝึกปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความชำนาญ จะได้เป็นพื้นฐาน สำหรับการเชื่อมขั้นสูงในลำดับต่อไป

#### เนื้อหา

2.1 องค์ประกอบที่มีผลต่อคุณภาพของแนวเชื่อม

#### จุดประสงค์ของบทเรียน

1. อธิบายองค์ประกอบที่มีผลต่อรอยเชื่อมด้วยลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ได้
2. บอกระยะอาร์กที่เหมาะสมในการเชื่อมได้
3. บอกมุมลวดเชื่อมที่เหมาะสมในการเชื่อมได้
4. อธิบายความเร็วในการเดินลวดเชื่อมที่เหมาะสมในการเชื่อมได้
5. บอกวิธีการเลือกลวดเชื่อมที่เหมาะสมในการเชื่อมได้
6. ปฏิบัติงานเชื่อมต่อเกณฑ์ทราบได้อย่างถูกต้อง
7. ปฏิบัติงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย ประณีตรอบคอบ และตระหนักถึงความปลอดภัย

#### การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1. นำเข้าสู่บทเรียน ชี้แจงถึงเนื้อหาที่จะสอนในหน่วยการเรียน
2. สอนโดยเข้าสู่เนื้อหา ให้นักเรียนดู และปฏิบัติจากของจริง และจากสื่อการเรียน
3. นำความรู้มาใช้ ปฏิบัติตามใบงานประจำหน่วย
4. นักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา เพื่อประเมินผลการเรียน
5. ทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน

#### สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น
2. ใบความรู้ เรื่อง
  - 2.1 ความปลอดภัยในการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
  - 2.2 หลักการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
  - 2.3 งานประกอบ และติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
3. แบบฝึกหัดและแบบทดสอบท้ายบทเรียน
4. ปฏิบัติตามใบงานประจำหน่วย

## งานที่มอบหมาย และกิจกรรม

1. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบประจำหน่วย และให้ปฏิบัติงานตามใบงานประจำหน่วย
2. ให้ค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายเพิ่มเติม พร้อมให้ฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะมากขึ้น

## เกณฑ์การประเมินผล

### 1. ด้านความรู้

วัดผลจากร้อยละของคะแนนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

คะแนน	80 - 100	หมายความว่า	ผลการเรียนดีมาก
คะแนน	70 - 79	หมายความว่า	ผลการเรียนดี
คะแนน	60 - 69	หมายความว่า	ผลการเรียนพอใช้
คะแนน	50 - 59	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำ
คะแนนน้อยกว่า	50	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำต้องปรับปรุง

### 2. ด้านทักษะ

ประเมินผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของใบงานประจำบทเรียน โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

คะแนน	80 - 100	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดีมาก
คะแนน	70 - 79	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดี
คะแนน	60 - 69	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานพอใช้
คะแนน	50 - 59	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำ
คะแนนน้อยกว่า	50	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต้องปรับปรุง

### 3. ด้านกิจนิสัย

ประเมินจากพฤติกรรม โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

5	หมายความว่า	กิจนิสัยดีมาก
4	หมายความว่า	กิจนิสัยดี
3	หมายความว่า	กิจนิสัยปานกลาง
2	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำ
1	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำต้องปรับปรุง

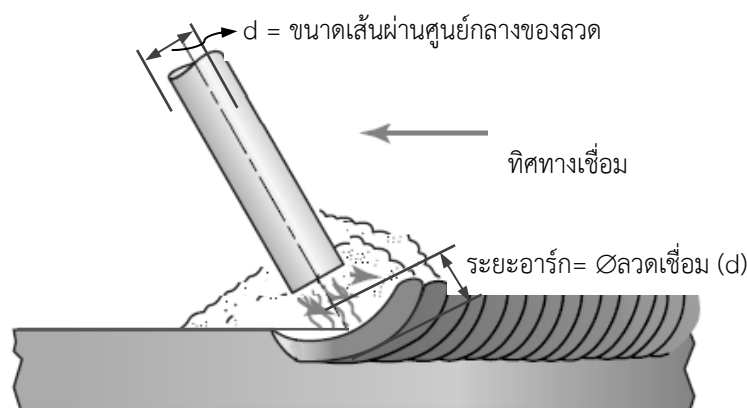
## 2.1 องค์ประกอบที่มีผลต่อคุณภาพของแนวเชื่อม

### 1. ระยะอาร์ก (Arc Length)

ระยะอาร์ก คือ ระยะห่างระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน ที่ทำให้เกิดการอาร์ก ซึ่งระยะอาร์กนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของฟลักซ์ในลวดเชื่อม เช่น ถ้าเป็นฟลักซ์แบบรูไทล์ และแบบเซลลูโลสระยะอาร์กมีค่าเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเชื่อม แต่ถ้าเป็นฟลักซ์แบบต่าง ระยะอาร์กเท่ากับครึ่งหนึ่งของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเชื่อม ดังนั้น ก่อนปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องพิจารณาถึง ชนิดของฟลักซ์ ระยะอาร์กมีผลต่อการเชื่อม และคุณภาพของแนวเชื่อม คือ ถ้าระยะอาร์กห่างก็จะทำให้เกิดความร้อนกระจายที่ชิ้นงานมาก เกิดการแตกกระเด็นของน้ำโลหะเชื่อม (Spatter) เกิดรอยกัดขอบ (Undercut) ที่แนวเชื่อม และแนวเชื่อมพอกเกย (Overlap) เป็นต้น แต่ถ้าระยะอาร์กสั้นเกินไป จะทำให้ลวดเชื่อมติดกับชิ้นงาน ได้แนวเชื่อมเล็ก และการหลอมเหลวของชิ้นงานน้อยและมีสแลกหนา เป็นต้น



รูปที่ 2.1 การเชื่อมมีระยะอาร์กสั้นหรือแคบเกินไป



รูปที่ 2.2 ระยะอาร์กในการเชื่อม

การใช้ระยะอาร์กที่ถูกต้อง คือ การปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า หากใช้ระยะอาร์กไม่ถูกต้อง จะเกิดผลต่อแนวเชื่อม ดังนี้

1. ระยะอาร์ก (Arc) มากเกินไป แนวเชื่อมจะแบนกว้าง การซึมลึกไม่ดี แนวเชื่อมที่ได้ไม่แข็งแรง

2. ระยะอาร์ก (Arc) น้อยเกินไป จะเกิดการตูดติดของชิ้นงาน
3. ระยะอาร์ก (Arc) พอดี จะเกิดการอาร์กที่ต่อเนื่องสม่ำเสมอ เกิดแนวเชื่อมที่ดีมีคุณภาพ ระยะอาร์ก (Arc) ที่เหมาะสมในการเชื่อม คือ ระยะประมาณความโตของแกนลวดเชื่อม



(ก) ระยะอาร์กสั้น (ข) ระยะอาร์กถูกต้อง (ค) ระยะอาร์กมาก

รูปที่ 2.3 ผลกระทบของระยะอาร์กที่มีต่อรูปร่างของแนวเชื่อม



รูปที่ 2.4 การใช้ระยะอาร์กที่ต่างกัน  
ที่มา : [www.sansai.ac.th/cai/p44.html](http://www.sansai.ac.th/cai/p44.html).

## 2. กระแสไฟเชื่อม

ชนิดของกระแสไฟเชื่อมมี 3 ชนิด คือ กระแสสลับ (AC) กระแสตรงลวดเชื่อมเป็นขั้วบวก (DCEP) และกระแสตรงลวดเชื่อมเป็นขั้วลบ (DCEN) ในการเลือกใช้ว่าต้องใช้กระแสเชื่อมชนิดใดนั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของลวดเชื่อมที่ใช้ ดังนั้น ก่อนปฏิบัติงานจึงต้องตรวจสอบชนิดของลวดเชื่อมก่อน เพื่อให้รับกระแสเชื่อมได้ถูกต้อง



(ก) กระแสไฟต่ำ

(ข) กระแสไฟถูกต้อง

(ค) กระแสไฟสูง

### รูปที่ 2.5 ผลกระทบของกระแสไฟที่มีต่อรูปร่างของแนวเชื่อม

นอกจากชนิดของกระแสที่ใช้แล้ว จะต้องพิจารณาถึงปริมาณของกระแสไฟฟ้า และขนาดของลวดเชื่อมที่ใช้ด้วย เช่น ถ้าชิ้นงานเชื่อมมีความหนามาก และใช้ลวดเชื่อมที่มีขนาดใหญ่ก็ต้องปรับกระแสไฟให้สูงขึ้นตามไปด้วย แต่ก็ต้องให้มีความเหมาะสมเพราะถ้าปรับกระแสไฟเชื่อมสูงเกินไป จะทำให้บ่อหลอมเหลวกว้าง ทำให้การควบคุมบ่อหลอมเหลวยาก และเกิดการกัดขอบตามความยาวแนวเชื่อม แต่ถ้าปรับกระแสไฟต่ำเกินไป จะทำให้แนวเชื่อมกองนูนมาก และขอบแนวเชื่อมไม่หลอมรวมตัว เป็นต้น

**ตารางที่ 2.1** การเลือกใช้ปริมาณของกระแสไฟเชื่อมที่เหมาะสม กับความหนาของชิ้นงาน และขนาดของลวดเชื่อม

ความหนาชิ้นงาน		ขนาดลวดเชื่อม		ชนิดของลวดเชื่อมและปริมาณของกระแสไฟ (แอมแปร์)					
นิ้ว	มม.	นิ้ว	มม.	E6010 E6011	E6012	E6013	E6020	E6022	E6027
1/16-5/64	1.6-2.0	5/64	2.0	-	25-60	25-60	-	-	-
5/16-1/8	2.0-3.2	3/32	2.4	40-80	35-85	45-90	-	-	-
1/8-1/4	3.2-6.4	1/8	3.2	75-125	80-140	80-130	100-150	110-160	125-185
1/4-3/8	6.4-9.5	5/32	4.0	110-170	110-190	105-180	130-190	140-190	169-240
3/8-1/2	9.5-12.7	3/16	4.8	140-215	140-240	150-230	175-250	170-400	210-300
1/2-3/4	12.7-19.1	7/32	5.6	170-250	200-320	210-300	225-310	370-520	250-350
3/4-1	19.1-25.4	1/4	6.4	210-320	250-400	250-350	275-375	-	300-420
1 นิ้ว ขึ้นไป	25.4 ขึ้นไป	5/16	8.0	275-425	300-500	320-450	-	-	375-475

### 3. มุมลวดเชื่อม

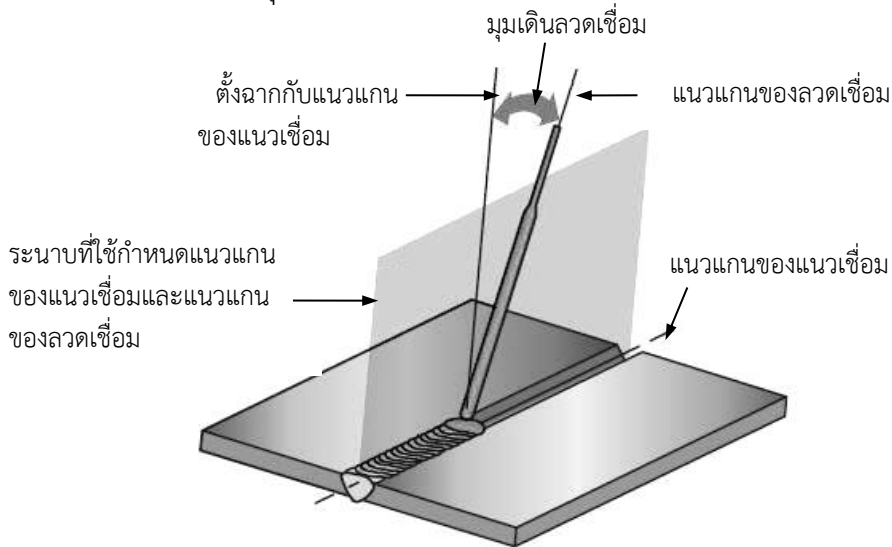
ในขณะที่เชื่อมมุมที่ลวดเชื่อมกระทำกับชิ้นงาน จะมีต่อผลการส่งผ่านของกระแสไฟ และน้ำโลหะไปยังบ่อหลอมเหลว ดังนั้น ถ้าตั้งมุมลวดเชื่อมกับชิ้นงานไม่ถูกต้องก็จะส่งผลต่อแนวเชื่อมได้ เช่น การซึมลึกไม่ดี เกิดรอยกัดขอบหรือแนวเชื่อมกองอยู่ด้านใดด้านหนึ่งไม่เท่ากัน เป็นต้น มุมที่ใช้ในการเชื่อมนี้ แบ่งออกเป็นสองมุม ดังนี้

#### 1. มุมเดินลวดเชื่อม (Travel Angle)

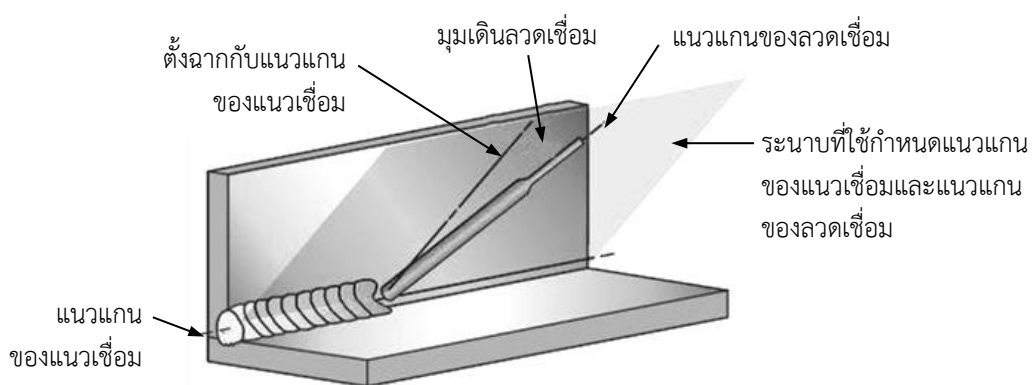
มุมเดินลวดเชื่อม (Travel Angle) คือ มุมที่เอียงลวดเชื่อมไปทางเดียวกับการทิศทางเชื่อม หรือการเคลื่อนที่ของลวดเชื่อม

#### 2. มุมงาน (Work Angle)

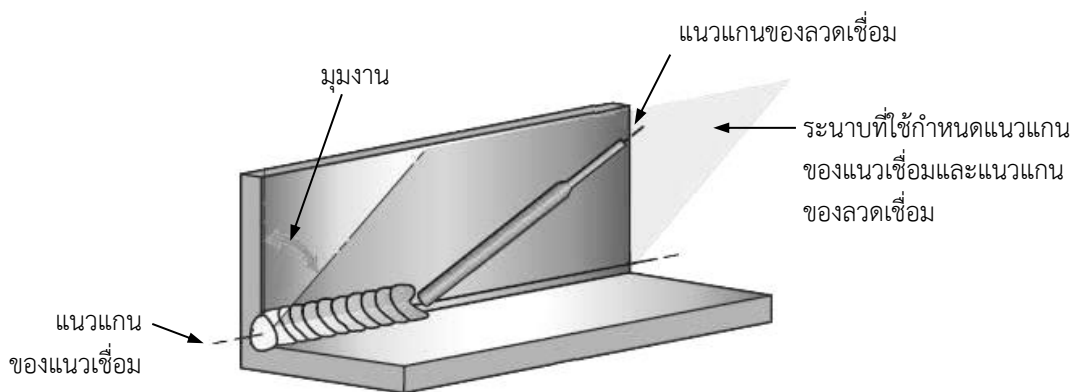
มุมงาน (Work Angle) คือ มุมที่ลวดเชื่อมเอียงทำมุมกับด้านข้างของชิ้นงาน ยกตัวอย่างเช่น การเชื่อมท่าราบลวดเชื่อมจะทำมุม 90 องศากับชิ้นงาน เถ้าไต้



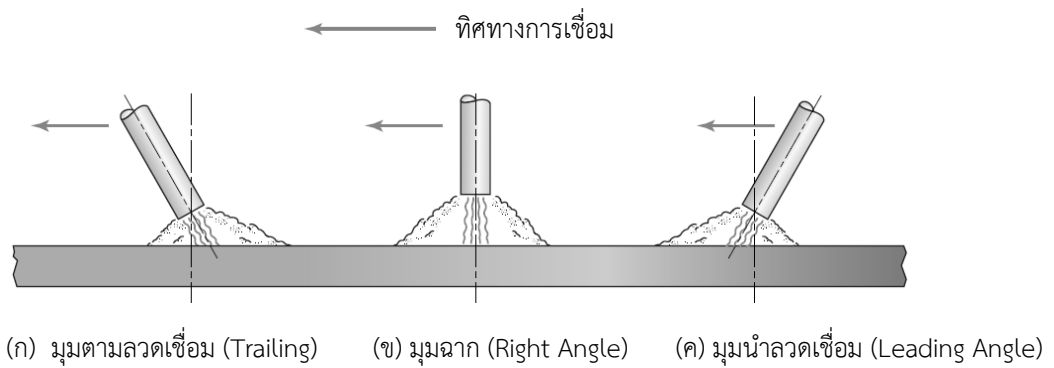
รูปที่ 2.6 มุมเดินลวดเชื่อมของงานเชื่อมต่อชน



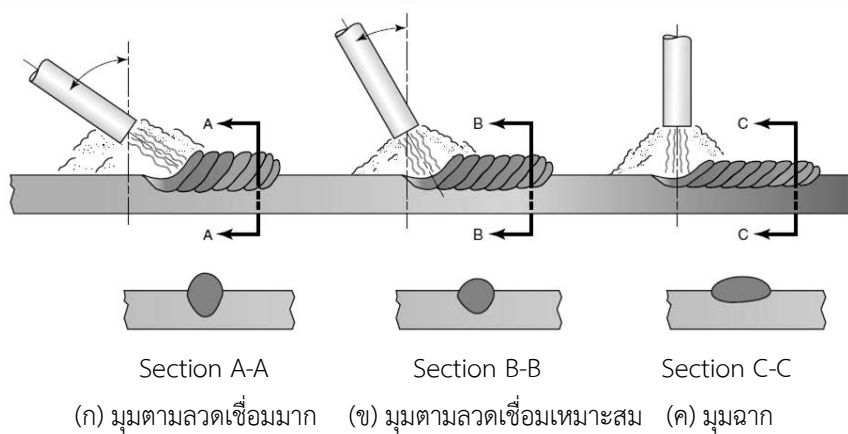
รูปที่ 2.7 มุมเดินลวดเชื่อมของงานเชื่อมต่อมุม



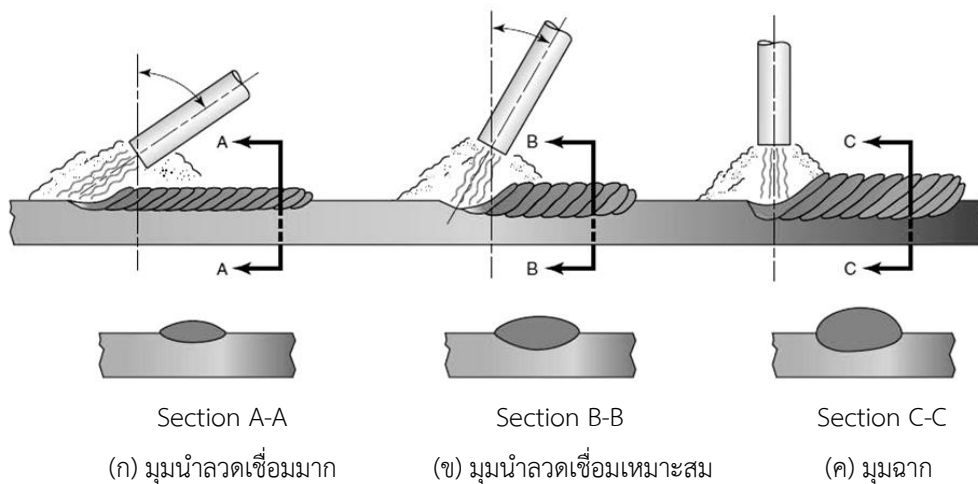
รูปที่ 2.8 มุมงานของงานเชื่อมต่อมุม



รูปที่ 2.9 ทิศทางการเชื่อมและมุมของลวดเชื่อม



รูปที่ 2.10 ผลกระทบของมุมตามลวดเชื่อมที่มีต่อรูปร่างของแนวเชื่อม

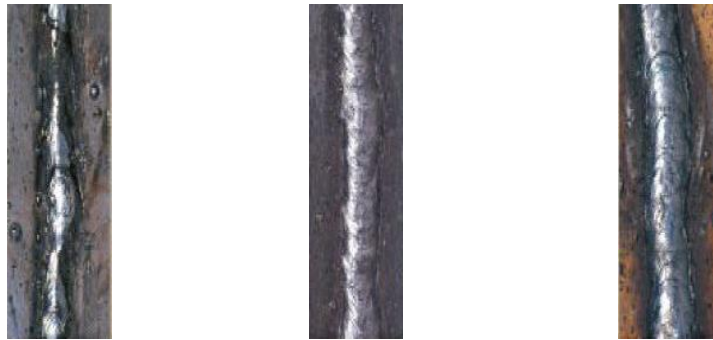


รูปที่ 2.11 ผลกระทบของมุมนำลวดเชื่อมที่มีผลต่อรูปร่างของแนวเชื่อม

#### 4. ความเร็วในการเชื่อม

ในขณะที่เชื่อม ผู้ปฏิบัติจะต้องควบคุมความเร็วของการเชื่อม ให้เหมาะสมกับระยะอาร์ก และกระแสไฟที่ใช้เชื่อม เพื่อให้ได้แนวเชื่อมที่ถูกต้องสมบูรณ์และมีคุณภาพ การใช้ความเร็วในการเชื่อมสูงหรือต่ำมีผลต่อรูปร่างของแนวเชื่อม

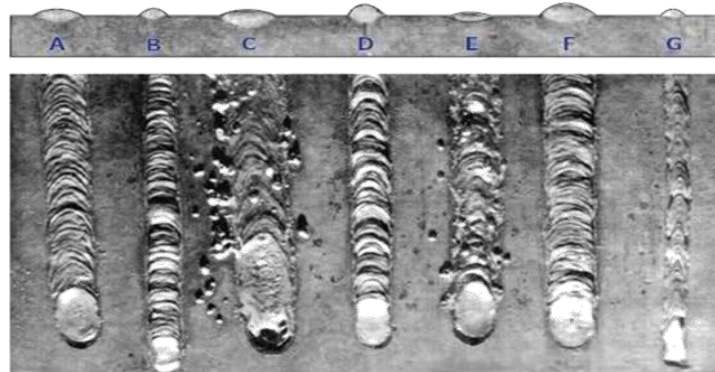




(ก) ความเร็วในการเชื่อมสูง (ข) ความเร็วในการเชื่อมเหมาะสม (ค) ความเร็วในการเชื่อมต่ำ

### รูปที่ 2.12 ผลกระทบของความเร็วเชื่อมที่มีต่อรูปร่างของแนวเชื่อม

การเคลื่อนที่ของลวดเชื่อม ควรเคลื่อนที่ที่เหมาะสมกับกระแสไฟ ความหนาของชิ้นงาน และความเร็วในการเคลื่อนที่ของลวดเชื่อม ควรให้คงที่สม่ำเสมอตลอดแนวเชื่อม



รูปที่ 2.13 แสดงแนวเชื่อมที่มีผลจากองค์ประกอบต่าง ๆ  
ที่มา : วิเชียร ครานุกุลย์. 2524: 32.

จากรูปที่ 2.13 แสดงแนวเชื่อมที่มีผลจากองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

- แนว A กระแสไฟ ระยะอาร์ก และความเร็วการเดินทางปกติ  
(Current Voltage and Speed Normal)
- แนว B กระแสไฟต่ำมาก (Current too Low)
- แนว C กระแสไฟสูงมาก (Current too High)
- แนว D ระยะอาร์กสั้นมาก (Current too Low)
- แนว E ระยะอาร์กยาวมาก (Current too High)
- แนว F ความเร็วการเดินทางต่ำ (Speed too Slow)
- แนว G ความเร็วการเดินทางสูง (Speed too Fast)

## 5. การเลือกลวดเชื่อม (Electrode)

ลวดเชื่อม เป็นวัสดุสำหรับป้อนเติมให้กับรอยเชื่อม ทำให้รอยต่อของชิ้นงานสามารถยึดติดเข้าด้วยกันได้อย่างเหนียวแน่น และให้รอยต่อของงานเชื่อมมีความแข็งแรงสูง ลวดเชื่อมที่ดีต้องมีสมบัติทางฟิสิกส์ และทางกลเทียบเท่ากับโลหะงานเชื่อม นอกจากนี้ ก่อนที่จะทำการเชื่อม จะต้องศึกษาคุณสมบัติทางกล และส่วนผสมทางเคมี ขนาดความโตของลวดเชื่อม รอยต่อ ตำแหน่ง ทำเชื่อม และกระแสไฟฟ้าที่ใช้เชื่อม ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมควรศึกษาการใช้ลวดเชื่อม โดยดูตามตารางข้างกล่องลวดเชื่อมที่ระบุเอาไว้ ดังแสดงในรูป

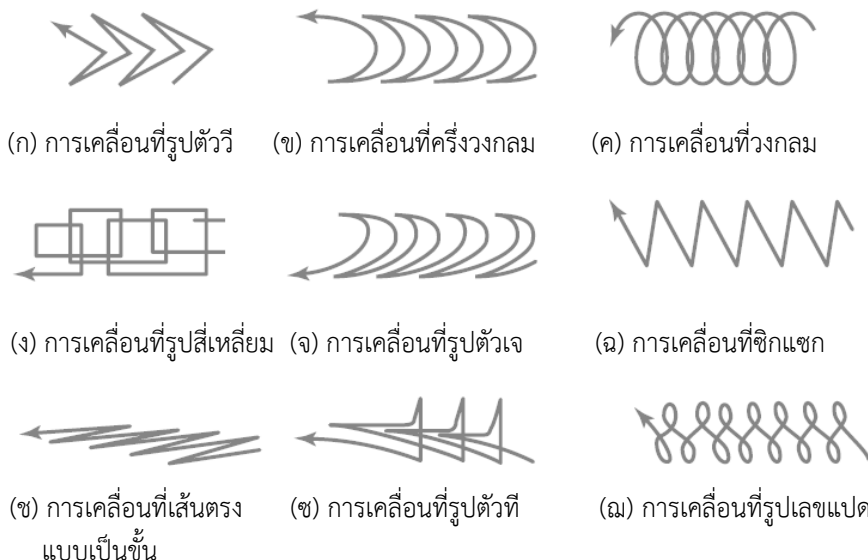
RECOMMENDED CURRENT			
DIA x LENGTH (mm)	CURRENT RANGE (A)		POLARITY OF ELECTRODE
	FLAT	VERTICAL AND OVERHEAD	
2.6 x 350	45 - 95	45 - 95	AC or DC ±

THAI-KOBE WELDING CO., LTD. ISO 9001 Certified  
UNDER LICENCE FROM KOBE STEEL, LTD. JAPAN

รูปที่ 2.14 การใช้ลวดเชื่อมตามตารางกล่องลวดเชื่อม  
ที่มา : สถาปนา มีขาว, 2562.

### การเคลื่อนที่และการสายลวดเชื่อม

การเชื่อมตำแหน่งทำเชื่อมต่าง ๆ และทุกรอยต่อที่ทำการเชื่อมนั้น จะใช้เทคนิคการสายลวดเชื่อม เพื่อช่วยให้แนวเชื่อมที่ถูกต้อง สมบูรณ์ ซึ่งมีหลายรูปแบบ



รูปที่ 2.15 รูปแบบการเคลื่อนที่ของลวดเชื่อม

องค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีผลต่อคุณภาพของแนวเชื่อม

#### 1. ตำแหน่งทำเชื่อม

ในการจัดตำแหน่งทำเชื่อมที่ถูกต้อง และเหมาะสมนั้น จะมีผลต่องาน รูปร่าง และคุณภาพของแนวเชื่อมเป็นอย่างมาก เช่น ในการเชื่อมทำตั้ง และทำขนานนอนควรวางชิ้นงานให้อยู่ประมาณระหว่าง

หน้าอกกับท้องของผู้ปฏิบัติงาน นอกจากนี้ การจัดตำแหน่งท่าเชื่อมก็ต้องพยายามให้อยู่ในท่าที่ผ่อนคลายมากที่สุด

## 2. รอยต่อในงานเชื่อม

รอยต่อในงานเชื่อม จะมีผลต่อคุณภาพของรอยเชื่อม ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานต้องเลือกรอยต่อของงานให้เหมาะสมกับชนิดของวัสดุ กระบวนการเชื่อม ลวดเชื่อม ท่าเชื่อม ฯลฯ เพื่อให้งานเชื่อมนั้นมีความคงทนแข็งแรง ง่ายต่อการเชื่อม และให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

## 3. ผู้ปฏิบัติงานเชื่อม

นอกจากองค์ประกอบที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้ว ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมก็เป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญไม่น้อยเช่นเดียวกัน เพราะถ้าหากผู้ปฏิบัติงานไม่ปฏิบัติให้ครบทุกหัวข้อที่กล่าวมาแล้ว ก็ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของแนวเชื่อมได้ ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความพร้อมทั้งทางด้านทักษะฝีมือ สภาพร่างกาย จิตใจ และมีสมาธิในการทำงาน เพราะสภาพการโดยทั่วไปของงานเชื่อมนั้น ค่อนข้างหนักและร้อนสำหรับในส่วนของทักษะฝีมือนั้น ผู้ปฏิบัติงานสามารถพัฒนาตนเองให้มีทักษะในการเชื่อมเพิ่มขึ้นได้ และเมื่อเกิดความชำนาญแล้ว จะทำให้ได้งานเชื่อมมีคุณภาพ ซึ่งก็ส่งผลให้ค่าจ้างงานเพิ่มขึ้นด้วย

แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน  
บทที่ 2 องค์ประกอบการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

คำสั่ง : ให้นักเรียนตอบคำถามนี้ให้สมบูรณ์ถูกต้องที่สุด (10 คะแนน)

1. องค์ประกอบสำคัญในการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ มีกี่องค์ประกอบ อะไรบ้าง

.....

.....

.....

2. ระยะอาร์กในการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ หมายถึง

.....

.....

.....

3. มุมของลวดเชื่อมมีกี่มุม แต่ละมุมมีลักษณะอย่างไร

.....

.....

.....

4. ในการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์การปรับกระแสไฟเชื่อมขึ้นอยู่กับ องค์ประกอบใดบ้าง

.....

.....

.....

5. ในการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ความเร็วในการเคลื่อนที่ของลวดเชื่อมที่ต่ำมีผล อย่างไรต่อแนวเชื่อม

.....

.....

.....

แบบทดสอบท้ายบทเรียน  
 บทที่ 2 องค์ประกอบการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

คำสั่ง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (X) หน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว (10 คะแนน)

1. องค์ประกอบสำคัญในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์มีอยู่ด้วยกัน กี่ประการ
  - ก. 4 ประการ
  - ข. 5 ประการ
  - ค. 6 ประการ
  - ง. 7 ประการ
2. ข้อใดไม่ใช่ องค์ประกอบสำคัญในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
  - ก. การเลือกสถานที่เหมาะสม
  - ข. การเลือกชนิดของลวดเชื่อมได้ถูกต้อง
  - ค. การปรับกระแสไฟเชื่อมถูกต้อง
  - ง. ระยะอาร์กถูกต้อง
3. ในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ระยะอาร์ก หมายถึง
  - ก. ความโตของลวดเชื่อม
  - ข. ระยะชิมลิกของแนวเชื่อม
  - ค. ระยะห่างของลวดเชื่อมกับแนวเชื่อม
  - ง. ระยะห่างจากปลายสุดของลวดเชื่อมกับผิวชิ้นงาน
4. การปรับกระแสไฟที่เลือกใช้ในงานเชื่อม ขึ้นอยู่กับความหนาของชิ้นงาน ถ้าหากปรับกระแสไฟสูง จะเกิดผลอย่างไร
  - ก. เกิดรอยเกย
  - ข. เกิดรอยนูน
  - ค. เกิดรอยแห้ว
  - ง. ถูกทุกข้อ
5. ระยะห่างของการอาร์กมากเกินไปจะมีผลอย่างไรกับแนวเชื่อม ข้อใดผิด
  - ก. เกิดการชิมลิกน้อย
  - ข. เกิดการชิมลิกมาก
  - ค. แนวเชื่อมกว้าง
  - ง. เม็ดโลหะกระเด็นติดที่แนวเชื่อม

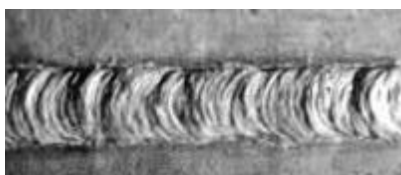
6. ในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์มุมของลวดเชื่อมกับชิ้นงาน มีกี่ลักษณะ
- 2 ลักษณะ
  - 3 ลักษณะ
  - 4 ลักษณะ
  - 5 ลักษณะ
7. ในการเชื่อมชิ้นงานตำแหน่งทำราบ มุมด้านข้างของลวดเชื่อมตั้งทำมุม เท่าใดกับชิ้นงาน
- $30^\circ$
  - $45^\circ$
  - $75^\circ$
  - $90^\circ$

8. จากรูป ลักษณะดังกล่าวของแนวเชื่อมเกิดจาก สาเหตุใด



- ระยะอาร์กสั้นมาก
- ระยะอาร์กยาวมาก
- ความเร็วการเดินทางลวดต่ำ
- ความเร็วการเดินทางลวดสูง

9. จากรูป ลักษณะดังกล่าวของแนวเชื่อมเกิดจาก สาเหตุใด



- ระยะอาร์กสั้นมาก
- ระยะอาร์กยาวมาก
- ความเร็วการเดินทางลวดต่ำ
- ความเร็วการเดินทางลวดสูง

10. จากรูป ลักษณะดังกล่าวของแนวเชื่อมเกิดจาก สาเหตุใด



- ระยะอาร์กสั้นมาก
- ระยะอาร์กยาวมาก
- ความเร็วการเดินทางลวดต่ำ
- ความเร็วการเดินทางลวดสูง

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน  
บทที่ 2 องค์ประกอบของการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

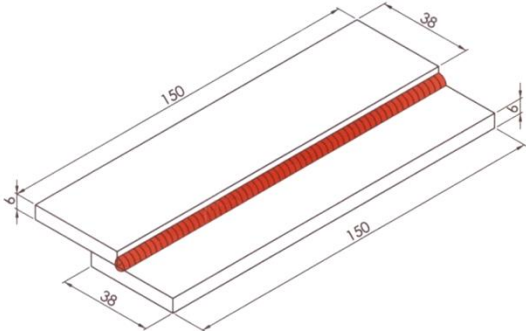

คำสั่ง : ให้นักเรียนตอบคำถามนี้ให้สมบูรณ์ถูกต้องที่สุด (10 คะแนน)

1. การเลือกลวดเชื่อมในการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ มีกี่องค์ประกอบ อะไรบ้าง  
มี 5 องค์ประกอบ
  1. การเลือกลวดเชื่อม
  2. ปรับกระแสไฟเชื่อม
  3. ระยะอาร์ก
  4. มุมของลวดเชื่อมกับชิ้นงาน
  5. ความเร็วในการเคลื่อนที่ของลวดเชื่อม
  
2. ระยะอาร์กในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ หมายถึง  
หมายถึง ระยะห่างจากปลายสุดของลวดเชื่อมกับชิ้นงาน
  
3. มุมของลวดเชื่อมมีกี่มุม แต่ละมุมมีลักษณะอย่างไร  
มุมของลวดเชื่อมจะมี 2 ลักษณะคือ
  1. มุมด้านข้าง เป็นมุมที่ตั้งฉากกับชิ้นงาน  $90^\circ$  สำหรับทำราบหรือปรับไปตามตำแหน่งท่าเชื่อม ถ้าเป็นรอยต่อตัวที และรอยต่อเกยก็จะตั้งมุม  $45^\circ$  หรือตามลักษณะรอยต่อของชิ้นงาน
  2. มุมนำหรือมุมงาน มุมนำเป็นมุมที่เอียงลวดเชื่อมเอนไปตามทิศทางการเคลื่อนที่ของการเชื่อมจากแนวตั้งประมาณ  $10^\circ$  ถึง  $15^\circ$  สำหรับทำราบ ส่วนมุมงานคือ มุมเอียงของลวดเชื่อมวัดจากแนวระดับกับชิ้นงาน  $60 - 75^\circ$
  
4. ในการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ การปรับกระแสไฟเชื่อมขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ ไตบ้าง
  1. ความหนาของชิ้นงาน
  2. ชนิด และขนาดของลวดเชื่อม
  3. ลักษณะของงาน
  
5. ในการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ความเร็วในการเคลื่อนที่ของลวดเชื่อมที่ต่ำมีผล อย่างไรกับแนวเชื่อม  
การเคลื่อนที่ของลวดเชื่อมต่ำหรือถ้ากระแสไฟสูงเกินไป แนวเชื่อมก็จะใหญ่ และหลอมละลาย

เฉลยแบบทดสอบท้ายบทเรียน  
บทที่ 2 องค์ประกอบการเชื่อมต่อไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

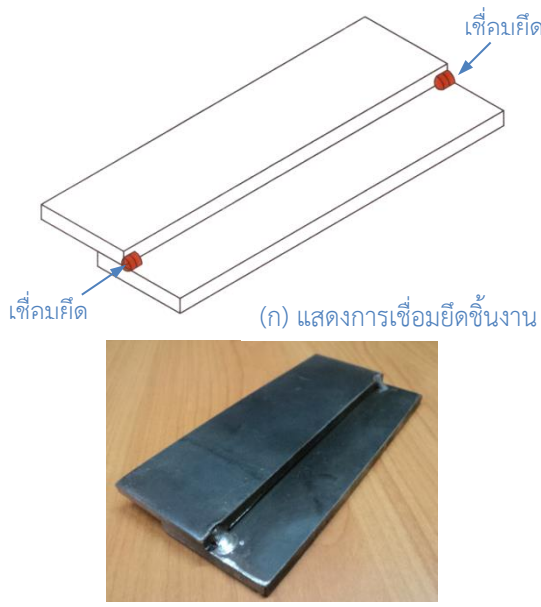
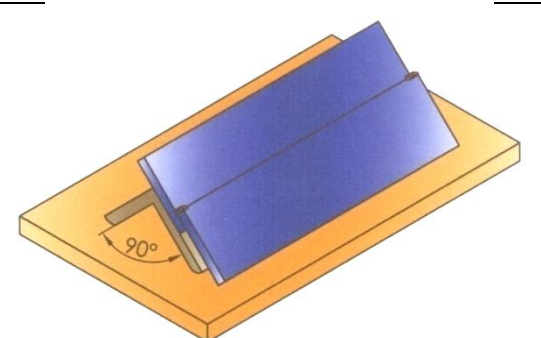
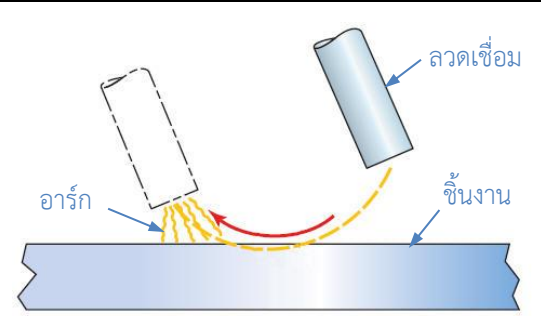
ข้อ	คำตอบ
1.	ข.
2.	ก.
3.	ง.
4.	ค.
5.	ข.
6.	ก.
7.	ง.
8.	ข.
9.	ค.
10.	ง.

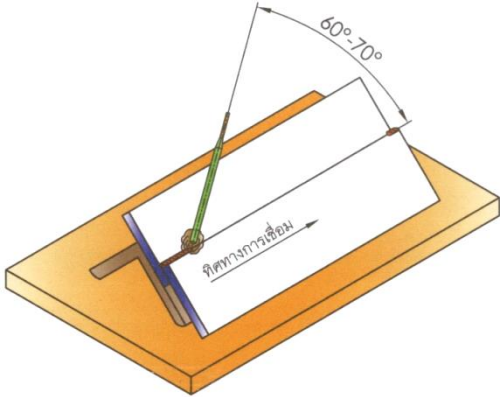
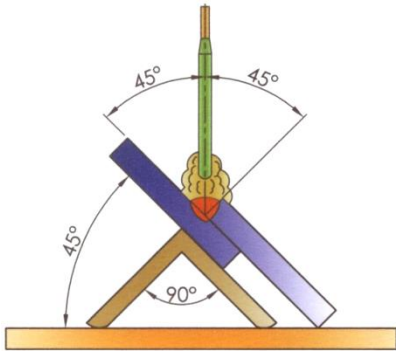



ใบงานที่ 5						
วิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น					รหัส 20100-1004	
ชื่อหน่วย : การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์					สัปดาห์ที่ 4	
ชื่องาน : งานเชื่อมต่อเกยท่าราบ					จำนวน 3 ชั่วโมง	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>(ก) ขนาดของชิ้นงาน</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(ข) ภาพของชิ้นงานจริง</p> </div> </div>						
ชิ้นงาน			ท่าเชื่อม	ลวดเชื่อม	จำนวน แนวเชื่อม	กระแส ไฟเชื่อม (แอมแปร์)
วัสดุ	ขนาด	จำนวน	ท่าราบ	E6013 $\varnothing$ 2.6 มม.	1	45-95
เหล็กกล้าคาร์บอน	38×150×6	2 แผ่น				
<b>สมรรถนะในการปฏิบัติงาน</b>						
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมต่อเกยท่าราบได้</li> <li>2. เตรียมงานเชื่อมต่อเกยท่าราบได้</li> <li>3. ปรับกระแสไฟเชื่อมได้เหมาะสมกับความหนาของชิ้นงาน</li> <li>4. เชื่อมต่อเกยท่าราบได้แนวเชื่อมที่ถูกต้องและสมบูรณ์</li> </ol>						
<b>เครื่องมือและอุปกรณ์</b>						
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า (AC/DC)</li> <li>2. ค้อนเคาะสแลก</li> <li>3. ตะไบ</li> <li>4. หน้ากากเชื่อมพร้อมเลนส์กรองแสง</li> <li>5. ชุดปฏิบัติงานเชื่อม</li> <li>6. คีมจับงานร้อน</li> <li>7. เหล็กฉาก</li> <li>8. แปรงลวด</li> </ol>						
คำสั่ง : ให้นักเรียนปฏิบัติงานเชื่อมต่อเกยท่าราบให้ได้แนวเชื่อมที่ถูกต้องและสมบูรณ์						

ใบงานที่ 5	
วิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	รหัส 20100-1004
ชื่อหน่วย : การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	สัปดาห์ที่ 4

ชื่องาน : งานเชื่อมต่อเกยท่าราบ		จำนวน 3 ชั่วโมง
<b>ขั้นตอนการปฏิบัติงาน</b>		
ภาพประกอบ	คำอธิบาย	
	<p>1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานเชื่อมต่อเกยท่าราบให้ครบถ้วน</p>	
	<p>2. ตัดชิ้นงานขนาด 38×150×6 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชิ้น</p>	
	<p>3. ตะไบขอบชิ้นงานให้ผิวหน้าเรียบ ได้ฉากและได้ขนาด 38×150×6 มิลลิเมตร</p>	
 <p>หน้ากากเชื่อม</p> <p>ปลอกแขน</p> <p>ถุงมือ</p> <p>เสื้อคลุม</p>	<p>4. สวมชุดปฏิบัติงานเชื่อม ที่สามารถป้องกันอันตรายจากการเชื่อมไฟฟ้า ได้อย่างปลอดภัย</p>	

ใบงานที่ 5	
วิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	รหัส 20100-1004
ชื่อหน่วย : การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	สัปดาห์ที่ 4
ชื่องาน : งานเชื่อมต่อเกยท่าราบ	จำนวน 3 ชั่วโมง
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
ภาพประกอบ	คำอธิบาย
 <p>(ก) แสดงการเชื่อมยึดชิ้นงาน</p> <p>(ข) ชิ้นงานหลังการเชื่อมยึด</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. วางชิ้นงานต่อเกยท่าราบบนโต๊ะเชื่อมโดยวางชิ้นงานมีระยะเกยกันประมาณ 12 มม.</li> <li>6. จับลวดเชื่อม E6013 <math>\varnothing</math>2.6 มิลลิเมตร ด้วยหัวจับลวดเชื่อม</li> <li>7. ปรับกระแสไฟเชื่อม 45 - 95 แอมแปร์</li> <li>8. เปิดสวิตซ์ไฟฟ้าของเครื่องเชื่อม</li> <li>9. เชื่อมยึดชิ้นงานหัวและท้ายสองจุด</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>10. วางชิ้นงานที่เชื่อมยึดแล้วบนโต๊ะเชื่อม โดยใช้เหล็กฉากรอง เพื่อให้ชิ้นงานอยู่ในตำแหน่งท่าราบ</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>11. เริ่มต้นอาร์กแบบวิธีขีด โดยขีดปลายลวดเชื่อมลงบนชิ้นงาน เมื่อเกิดการอาร์กให้รีบดึงลวดเชื่อมขึ้นอย่างรวดเร็ว และให้ได้ระยะที่เหมาะสม คือ ประมาณ 3 - 4 มิลลิเมตร โดยที่การอาร์กยังคงอยู่เช่นเดิม</li> </ol>

ใบงานที่ 5	
วิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	รหัส 20100-1004
ชื่อหน่วย : การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	สัปดาห์ที่ 4
ชื่องาน : งานเชื่อมต่อเกยท่าราบ	จำนวน 3 ชั่วโมง
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
ภาพประกอบ	คำอธิบาย
 <p>(ก) การวางตำแหน่งของมุมลวดเชื่อม</p>	<p>12. เมื่อการอาร์กคั้งที่แล้ว ให้เริ่มต้นเชื่อมโดยตั้งมุมลวดเชื่อมทำมุมประมาณ 60-70 องศากับชิ้นงาน และตั้งมุมงานประมาณ 90 องศากับชิ้นงานหรือแนวแกนของลวดเชื่อม</p> <p>13. เดินลวดเชื่อมไปตามความยาวของแนวรอยต่อ โดยควบคุมความเร็วในการเดินแนวเชื่อม พร้อมกับควบคุมมุมเดินลวดเชื่อม และระยะอาร์กให้คั้งที่จ้นสิ้นสุดความยาวของรอยต่อ</p> <p>14. เคาะสแลกออกจากแนวเชื่อม</p> <p>15. ทำความสะอาดแนวเชื่อมด้วยแปรงลวด</p>
 <p>(ข) การตั้งมุมงาน</p>	<p>16. ทำความสะอาดโต๊ะงาน เครื่องเชื่อม เครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ปฏิบัติงาน</p> <p>17. ม้วนเก็บสายเชื่อม สายดิน และจัดเก็บหัวเชื่อมให้เป็นระเบียบ</p> <p>18. นำส่งเครื่องมือและอุปกรณ์ให้ครบ</p> <p>19. ส่งชิ้นงานให้ครูตรวจประเมิน</p>
	

แบบประเมินผลการปฏิบัติงานในงานที่ 5		สัปดาห์ที่ 4	
		รหัส 20100-1004	
ชื่อหน่วย : การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์		เวลา 3 ชั่วโมง	
ชื่องาน : งานเชื่อมต่อเกยท่าราบ			
ชื่อ.....นามสกุล.....กลุ่ม.....เลขที่.....			
ที่	จุดตรวจ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1.	เตรียมเครื่องมือ-อุปกรณ์ก่อนปฏิบัติงานได้ถูกต้องและครบถ้วน	5	
2.	การเตรียมงานก่อนเชื่อม (ได้ขนาดตามแบบ ขอบงานเรียบและได้ฉาก)	5	
3.	แนวเชื่อมไม่มีสแลกฝังใน	15	
4.	เกล็ดแนวเชื่อมมีความหยาบละเอียดสม่ำเสมอ	10	
5.	ความกว้างและความสูงและขนาดของแนวเชื่อมมีความสม่ำเสมอ	10	
6.	จุดเริ่มต้น จุดปลายของแนวเชื่อมมีความสม่ำเสมอ	10	
7.	แนวไม่มีรอยกัดขอบ (Undercut) และรอยเกย (Overlap)	15	
8.	เวลาในการปฏิบัติงาน	10	
9.	กิจนิสัยในการปฏิบัติงาน		
	9.1 ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัย	4	
	9.2 การใช้และการจัดเก็บเครื่องมือ-อุปกรณ์	4	
	9.3 การบำรุงรักษาเครื่องมือ-อุปกรณ์	4	
	9.4 ความขยัน ความอดทนในการปฏิบัติงานและความมีวินัย	4	
	9.5 ความประหยัด ความพอเพียงและการมีจิตสำนึกต่อส่วนรวม	4	
<b>คะแนนรวม</b>		<b>100</b>	
<b>เกณฑ์การประเมิน</b> 0 - 49 ปรับปรุง      50 - 59 พอใช้      60 - 79 ดี      80 - 100 ดีมาก เกณฑ์ผ่าน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดไม่ต่ำกว่า 50 %			
<b>สรุปผลการปฏิบัติงาน</b> 1. เวลาเริ่มปฏิบัติงาน.....น. กำหนดเวลาปฏิบัติงาน.....นาที เวลาปฏิบัติงานจริง.....นาที 2. คะแนนเต็ม.....คะแนน คะแนนที่ได้.....คะแนน (คิดเป็นร้อยละ.....)			
<b>ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน</b> ..... .....			
ผู้ประเมิน นายสถาปนา มีขาว		วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....	

เกณฑ์การให้คะแนน		สัปดาห์ที่ 4
ชื่อหน่วย : ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์		รหัส 20100-1004
ชื่องาน : งานเชื่อมต่อเกยท่าราบ		เวลา 3 ชั่วโมง
จุดตรวจ	รายการประเมิน	คะแนนที่ได้
1. การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์	1.1 เตรียมเครื่องมือ-อุปกรณ์ได้ถูกต้อง และครบถ้วนสมบูรณ์	10
	1.2 เตรียมเครื่องมือ-อุปกรณ์ได้ไม่ครบมีข้อผิดพลาด	0
2. สมรรถนะในการปฏิบัติงาน	2.1 ผลงานถูกต้องสมบูรณ์ และตรงตามข้อกำหนด	10
	2.2 ผลงานตรงตามข้อกำหนดได้ แต่มีข้อผิดพลาด 1 จุด	6
	2.3 ผลงานตรงตามข้อกำหนดได้ แต่มีข้อผิดพลาดมากกว่า 1 จุด	4
3. กิจนิสัยในการปฏิบัติงาน	3.1 ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	
	3.1.1 ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยอย่างเคร่งครัด	2
	3.1.2 ปฏิบัติงานผิดพลาดความปลอดภัย	0
	3.2 การใช้งาน การจัดเก็บ และการบำรุงรักษาเครื่องมือ-อุปกรณ์	
	3.2.1 ใช้งาน จัดเก็บ และบำรุงรักษาเครื่องมือ-อุปกรณ์ได้ถูกต้อง	2
	3.2.2 ใช้งาน จัดเก็บ และบำรุงรักษาเครื่องมือ-อุปกรณ์ได้ถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาด 1 จุด	1
3.2.3 ใช้งาน จัดเก็บ และบำรุงรักษาเครื่องมือ-อุปกรณ์ถูกต้อง แต่ไม่ครบ และมีข้อผิดพลาดมากกว่า 1 จุด	0	
4. เวลาในการปฏิบัติงาน	4.1 ปฏิบัติงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	10
	4.2 ปฏิบัติงานเสร็จเกินเวลาที่กำหนด	5