



แผนการจัดการเรียนรู้

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

กลุ่มอาชีพอุตสาหกรรมผลิต

สาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะ

รหัสวิชา ๓๐๑๐๐ - ๑๐๑๕ วิชาความแข็งแรงของวัสดุ

ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๘

จัดทำโดย

นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์

สาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะ

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน
คณะกรรมการการอาชีวศึกษา

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์สำนักงาน
กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงวิชา
ความแข็งแรงของวัสดุ รหัสวิชา ๓๐๑๐๐-๐๑๐๕ จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทาง ในการจัดการเรียนการ
สอน วิชาวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช ๒๕๖๓
ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยจัดการเรียนการสอน ๕๔ ชั่วโมง เนื้อหาภายในแบ่งออกเป็น
๘ หน่วย ประกอบด้วย ความเค้นและความเครียด ความดันในภาชนะ การเชื่อมต่อดัวยหมุดย้ำและการเชื่อม
การบิดของเพลลา แรงเฉือนและโมเมนต์ดัดในคาน ความเค้นดัดในคาน ความเค้นเฉือนในคาน การโก่งในคาน
การรวมความเค้นผู้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ได้เน้นการบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและ
การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ (๓R๔C) ของผู้เรียน และหวังว่าจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการ
จัดการเรียนการสอนเป็นอย่างดี หากครูผู้สอนนำแผนการจัดการเรียนรู้เล่มนี้ไปใช้ในการจัดการเรียนการ
สอนมีข้อเสนอแนะประการใดขอได้โปรดแจ้งผู้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วย จักเป็นพระคุณอย่างยิ่ง

นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์
ผู้จัดทำ



ลักษณะรายวิชา

หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

ประเภทวิชา อุตสาหกรรม กลุ่มอาชีพ อุตสาหกรรมการผลิต สาขาวิชา ช่างเชื่อมโลหะ

รหัส ๓๐๑๐๐-๑๐๑๕ ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ

ทฤษฎี ๓ ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ ๐ ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน ๓ หน่วยกิต

ความแข็งแรงของวัสดุ

๓๐๑๐๐-๑๐๑๕

Strength of Materials

๓-๐-๓

อ้างอิงมาตรฐาน

-

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

๑. เข้าใจแนวคิดของความเค้นและความเครียด และสมบัติด้านความแข็งแรงของวัสดุ
๒. สามารถประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกล
๓. เจตคติที่ดีในการสืบค้นความรู้และใช้หลักเหตุผลของกลศาสตร์ของแข็งในการแก้ปัญหา มีความตระหนักถึงความปลอดภัยและความคุ้มค่าของวัสดุ
๔. สามารถประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

สมรรถนะรายวิชา

๑. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการของความเค้น ความเครียด แรงบิด แรงดัด โมเมนต์รวมกับพื้นที่และสมบัติด้านความแข็งแรงของวัสดุ
๒. คำนวณความแข็งแรงของชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกล คำนวณและออกแบบภาชนะความดัน เพลารับแรงและทอร์ค คานรับแรงและโมเมนต์ดัดในอาชีพ
๓. ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาแนวคิดและองค์ประกอบของความเค้นและความเครียด ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดของวัสดุ กฎสภาพยืดหยุ่นของฮุก มอดูลัสความยืดหยุ่น ความเค้นเนื่องจากอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง

ความเค้นในวัสดุซึ่งต่อกันโดยการเชื่อมและโดยการใช้หมุดย้ำ ความเค้นในภาชนะความดัน การบิดของเพลาทฤษฎีของคาน แผนภาพแรงเฉือนและโมเมนต์ดัด ความเค้นดัดและความเค้นเฉือนในคาน การหาระยะแอนตัวของคานโดยวิธีโมเมนต์ร่วมกับพื้นที่ พื้นฐานการรวมความเค้น การประยุกต์ความรู้ในงานอาชีพ

หน่วยการเรียนรู้

หน่วย ที่	หน่วยการเรียนรู้	เวลาเรียน (ชม.)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
๑	หน่วยที่ ๑ ความเค้นและความเครียด	๗	๐	๗
๒	หน่วยที่ ๒ ความดันในภาชนะ การเชื่อมต่อดัวยหมุดย้ำและการเชื่อม	๗	๐	๗
๓	หน่วยที่ ๓ การบิดของเพลลา	๗	๐	๗
๔	หน่วยที่ ๔ แรงเฉือนและโมเมนต์ดัดในคาน	๘	๐	๘
๕	หน่วยที่ ๕ ความเค้นดัดในคาน และความเค้นเฉือนในคาน	๘	๐	๘
๖	หน่วยที่ ๖ การโค้งของคาน และการรวมความเค้น	๘	๐	๘
	ประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา	๔๕	๐	๔๕
รวม		๔๕	๐	๔๕

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา <u>ความแข็งแรงของวัสดุ</u>				
งานหลัก	งานย่อย	สมรรถนะย่อย (มาตรฐานอาชีพ)	ความรู้ ในการปฏิบัติงาน	ทักษะ ในการปฏิบัติงาน

หน่วยที่ ๑ งานหลัก ความเค้นและความเครียด	๑. เตรียมวัสดุอุปกรณ์เครื่องมือ และวิธีการในงานเชื่อมไฟฟ้า ๑.๑. แปรงลวดขัดชิ้นงาน ๑.๒. ค้อนเคาะสแลก ๑.๓. หินเจียรนัย ๑.๔. ใบหินเจียรนัย ๑.๕. ลวดเชื่อม ๑.๖. ตู้อเชื่อม ๑.๗. หน้ากากเชื่อม ๑.๘. ถุงมือหนัง ๒. เชื่อมไฟฟ้าบนแผ่นเหล็กคาร์บอนได้ ๒.๑. เตรียมชิ้นงานขนาด ๑๕๐*๕๐ มม. ๒.๒. บากมุมชิ้นงาน ๓๐ องศา ๒.๓. เชื่อมประกอบชิ้นงานก่อนทำการเชื่อม ๒.๔. เชื่อมเดินแนวทำราบโดยใช้กระแสไฟ ๘๐แอมป์	๑. ปฏิบัติงานเชื่อมด้วยความปลอดภัยและรอบคอบ ๒. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์งานเชื่อมไฟฟ้า ๓. ปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าตามกระบวนการ	๑. มีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในงานเชื่อมไฟฟ้า และแสดงความรู้หลักการเกี่ยวกับกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าได้ ๒. มีความรู้เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์งานเชื่อมไฟฟ้า	๑. สามารถปฏิบัติงานเชื่อมด้วยความปลอดภัยและรอบคอบ ๒. สามารถเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์งานเชื่อมไฟฟ้า ๓. สามารถปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าตามกระบวนการ
--	--	--	---	--

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ				
งานหลัก	งานย่อย	สมรรถนะย่อย (มาตรฐานอาชีพ)	ความรู้ ในการปฏิบัติงาน	ทักษะ ในการปฏิบัติงาน

หน่วยที่ ๒ งานหลัก ความดันใน ภาชนะ การ เชื่อมต่อด้วย หมุดย้ำและ การเชื่อม	๑. เตรียมวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ และวิธีการใน งานเชื่อมไฟฟ้า ๑.๑. แปรงลวดขัด ชิ้นงาน ๑.๒. ค้อนเคาะสแลก ๑.๓. หินเจียรนัย ๑.๔. ใบหินเจียรนัย ๑.๕. ลวดเชื่อม ๑.๖. ตู้อเชื่อม ๑.๗. หน้ากากเชื่อม ๑.๘. ถุงมือหนัง ๒. เชื่อมไฟฟ้าบนแผ่น เหล็กคาร์บอนได้ ๒.๑. เตรียมชิ้นงาน ขนาด ๑๕๐*๕๐ มม. ๒.๒. บากมุมชิ้นงาน ๓๐ องศา ๒.๓. เชื่อมประกอบ ชิ้นงานก่อนทำการเชื่อม ๒.๔. เชื่อมเดินแนว ทำราบโดยใช้กระแสไฟ ๘๐แอมป์	๑. ปฏิบัติงานเชื่อม ด้วยความปลอดภัย และรอบคอบ ๒. เตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์งานเชื่อม ไฟฟ้า ๓. ปฏิบัติงานเชื่อม ไฟฟ้าตามกระบวนการ	๑. มีความรู้ เกี่ยวกับความ ปลอดภัยในงาน เชื่อมไฟฟ้า และ แสดงความรู้ หลักการเกี่ยวกับ กระบวนการเชื่อม ไฟฟ้าได้ ๒. มีความรู้ เกี่ยวกับการใช้ เครื่องมือและ อุปกรณ์งานเชื่อม ไฟฟ้า	๑. สามารถ ปฏิบัติงานเชื่อมด้วย ความปลอดภัยและ รอบคอบ ๒.สามารถเตรียม เครื่องมือและ อุปกรณ์งานเชื่อม ไฟฟ้า ๓. สามารถ ปฏิบัติงานเชื่อม ไฟฟ้าตาม กระบวนการ
--	--	--	---	---

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ				
งานหลัก	งานย่อย	สมรรถนะย่อย (มาตรฐานอาชีพ)	ความรู้ ในการปฏิบัติงาน	ทักษะ ในการปฏิบัติงาน

หน่วยที่ ๓ งานหลัก การปิดของ เฟลา	๑. เตรียมวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ และวิธีการใน งานเชื่อมไฟฟ้า ๑.๑. แปรงลวดขัด ชิ้นงาน ๑.๒. ค้อนเคาะสแลก ๑.๓. หินเจียรนัย ๑.๔. ใบหินเจียรนัย ๑.๕. ลวดเชื่อม ๑.๖. ตู้อเชื่อม ๑.๗. หน้ากากเชื่อม ๑.๘. ถุงมือหนัง ๒. เชื่อมไฟฟ้าบนแผ่น เหล็กคาร์บอนได้ ๒.๑. เตรียมชิ้นงาน ขนาด ๑๕๐*๕๐ มม. ๒.๒. บากมุมชิ้นงาน ๓๐ องศา ๒.๓. เชื่อมประกอบ ชิ้นงานก่อนทำการเชื่อม ๒.๔. เชื่อมเดินแนว ทำราบโดยใช้กระแสไฟ ๘๐แอมป์	๑. ปฏิบัติงานเชื่อม ด้วยความปลอดภัย และรอบคอบ ๒. เตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์งานเชื่อม ไฟฟ้า ๓. ปฏิบัติงานเชื่อม ไฟฟ้าตามกระบวนการ	๑. มีความรู้ เกี่ยวกับความ ปลอดภัยในงาน เชื่อมไฟฟ้า และ แสดงความรู้ หลักการเกี่ยวกับ กระบวนการเชื่อม ไฟฟ้าได้ ๒. มีความรู้ เกี่ยวกับการใช้ เครื่องมือและ อุปกรณ์งานเชื่อม ไฟฟ้า	๑. สามารถ ปฏิบัติงานเชื่อมด้วย ความปลอดภัยและ รอบคอบ ๒.สามารถเตรียม เครื่องมือ และ อุปกรณ์งานเชื่อม ไฟฟ้า ๓. สามารถ ปฏิบัติงานเชื่อม ไฟฟ้าตาม กระบวนการ
--	--	--	---	--

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้

งานหลัก	งานย่อย	สมรรถนะย่อย (มาตรฐานอาชีพ)	ความรู้ ในการปฏิบัติงาน	ทักษะ ในการปฏิบัติงาน

หน่วยที่ ๔ งานหลัก แรงเหวี่ยงและ โมเมนต์ดัดใน คาน	๑. เตรียมวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ และวิธีการใน งานเชื่อมไฟฟ้า ๑.๑. แปรงลวดขัด ชิ้นงาน ๑.๒. ค้อนเคาะสแลก ๑.๓. หินเจียรนัย ๑.๔. ใบหินเจียรนัย ๑.๕. ลวดเชื่อม ๑.๖. ตู้อเชื่อม ๑.๗. หน้ากากเชื่อม ๑.๘. ถุงมือหนัง ๒. เชื่อมไฟฟ้าบนแผ่น เหล็กคาร์บอนได้ ๒.๑. เตรียมชิ้นงาน ขนาด ๑๕๐*๕๐ มม. ๒.๒. บากมุมชิ้นงาน ๓๐ องศา ๒.๓. เชื่อมประกอบ ชิ้นงานก่อนทำการเชื่อม ๒.๔. เชื่อมเดินแนว ทำราบโดยใช้กระแสไฟ ๘๐แอมป์	๑. ปฏิบัติงานเชื่อม ด้วยความปลอดภัย และรอบคอบ ๒. เตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์งานเชื่อม ไฟฟ้า ๓. ปฏิบัติงานเชื่อม ไฟฟ้าตามกระบวนการ	๑. มีความรู้ เกี่ยวกับ ความ ปลอดภัยในงาน เชื่อมไฟฟ้า และ แสดง ความรู้ หลักการเกี่ยวกับ กระบวนการเชื่อม ไฟฟ้าได้ ๒. มีความรู้ เกี่ยวกับการใช้ เครื่องมือและ อุปกรณ์งานเชื่อม ไฟฟ้า	๑. สามารถ ปฏิบัติงานเชื่อมด้วย ความปลอดภัยและ รอบคอบ ๒.สามารถเตรียม เครื่องมือ และ อุปกรณ์งานเชื่อม ไฟฟ้า ๓. สามารถ ปฏิบัติงานเชื่อม ไฟฟ้าตาม กระบวนการ
--	--	--	---	--

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ				
งานหลัก	งานย่อย	สมรรถนะย่อย (มาตรฐานอาชีพ)	ความรู้ ในการปฏิบัติงาน	ทักษะ ในการปฏิบัติงาน
หน่วยที่ ๕ งานหลัก ความเค้นดัดใน คาน และความ เค้นเฉือนใน คาน	๑. เตรียมวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ และวิธีการใน งานเชื่อมไฟฟ้า ๑.๑. แปรงลวดขัด ชิ้นงาน ๑.๒. ค้อนเคาะสแลก ๑.๓. หินเจียรนัย ๑.๔. ใบหินเจียรนัย ๑.๕. ลวดเชื่อม ๑.๖. ตู้อเชื่อม ๑.๗. หน้ากากเชื่อม ๑.๘. ถุงมือหนัง ๒. เชื่อมไฟฟ้าบนแผ่น เหล็กคาร์บอนได้ ๒.๑. เตรียมชิ้นงาน ขนาด ๑๕๐*๕๐ มม. ๒.๒. บากมุมชิ้นงาน ๓๐ องศา ๒.๓. เชื่อมประกอบ ชิ้นงานก่อนทำการเชื่อม ๒.๔. เชื่อมเดินแนว ทำราบโดยใช้กระแสไฟ ๘๐แอมป์	๑. ปฏิบัติงานเชื่อม ด้วยความปลอดภัย และรอบคอบ ๒. เตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์งานเชื่อม ไฟฟ้า ๓. ปฏิบัติงานเชื่อม ไฟฟ้าตามกระบวนการ	๑. มีความรู้ เกี่ยวกับความ ปลอดภัยในงาน เชื่อมไฟฟ้า และ แสดงความรู้ หลักการเกี่ยวกับ กระบวนการเชื่อม ไฟฟ้าได้ ๒. มีความรู้ เกี่ยวกับการใช้ เครื่องมือและ อุปกรณ์งานเชื่อม ไฟฟ้า	๑. สามารถ ปฏิบัติงานเชื่อมด้วย ความปลอดภัยและ รอบคอบ ๒.สามารถเตรียม เครื่องมือ และ อุปกรณ์งานเชื่อม ไฟฟ้า ๓. สามารถ ปฏิบัติงานเชื่อม ไฟฟ้าตาม กระบวนการ

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ				
งานหลัก	งานย่อย	สมรรถนะย่อย	ความรู้	ทักษะ

		(มาตรฐานอาชีพ)	ในการปฏิบัติงาน	ในการปฏิบัติงาน
หน่วยที่ ๖ งานหลัก การโค้งของ คาน และการ รวมความเค้น	๑. เตรียมวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ และวิธีการใน งานเชื่อมไฟฟ้า ๑.๑. แปรงลวดขัด ขึ้นงาน ๑.๒. ค้อนเคาะสแลก ๑.๓. หินเจียรนัย ๑.๔. ใบหินเจียรนัย ๑.๕. ลวดเชื่อม ๑.๖. ตู้อเชื่อม ๑.๗. หน้ากากเชื่อม ๑.๘. ถุงมือหนัง ๒. เชื่อมไฟฟ้าบนแผ่น เหล็กคาร์บอนได้ ๒.๑. เตรียมชิ้นงาน ขนาด ๑๕๐*๕๐ มม. ๒.๒. บากมุมชิ้นงาน ๓๐ องศา ๒.๓. เชื่อมประกอบ ชิ้นงานก่อนทำการเชื่อม ๒.๔. เชื่อมเดินแนว ทำราบโดยใช้กระแสไฟ ๘๐แอมป์	๑. ปฏิบัติงานเชื่อม ด้วยความปลอดภัย และรอบคอบ ๒. เตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์งานเชื่อม ไฟฟ้า ๓. ปฏิบัติงานเชื่อม ไฟฟ้าตามกระบวนการ	๑. มีความรู้ เกี่ยวกับความ ปลอดภัยในงาน เชื่อมไฟฟ้า และ แสดงความรู้ หลักการเกี่ยวกับ กระบวนการเชื่อม ไฟฟ้าได้ ๒. มีความรู้ เกี่ยวกับการใช้ เครื่องมือและ อุปกรณ์งานเชื่อม ไฟฟ้า	๑. สามารถ ปฏิบัติงานเชื่อมด้วย ความปลอดภัยและ รอบคอบ ๒.สามารถเตรียม เครื่องมือและ อุปกรณ์งานเชื่อม ไฟฟ้า ๓. สามารถ ปฏิบัติงานเชื่อม ไฟฟ้าตาม กระบวนการ

ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้	ความสามารถที่คาดหวัง				รวม	จำนวน ชั่วโมง
	พุทธิพิสัย	ทักษะ	จิต	ประยุกต์		

[illegible]

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ๕
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๐ - ๑๐๑๕ ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๑
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ความเค้นและความเครียด	ทฤษฎี ๑ ชม. ปฏิบัติ ๓ ชม.
	ชื่อเรื่อง/งาน กรรมวิธีการเชื่อมไฟฟ้า	

๑. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

มีความรู้และทักษะในงานเชื่อมไฟฟ้า งานเชื่อมแก๊ส และงานโลหะแผ่น ด้วยความถูกต้องรอบคอบและปลอดภัย

๒. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

๒.๑ มาตรฐานอาชีพ

๑. มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส ๑๐๐๑, ๑๐๐๒ อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกล้า ระดับ ๒

๒. มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน อาชีพช่างอุตสาหกรรม สาขาช่างเชื่อม

๓. มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน อาชีพช่างเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผ่น
สมรรถนะย่อย

๑. ปฏิบัติงานเชื่อมด้วยความปลอดภัยและรอบคอบ

๒. เตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์งานเชื่อมไฟฟ้า

๓. ปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าได้ตามกระบวนการ

๑) เกณฑ์การปฏิบัติงาน

มีความรู้และทักษะในงานเชื่อมไฟฟ้า บนแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน ด้วยความถูกต้องรอบคอบและปลอดภัย

๒) วิธีประเมิน

๑. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการและกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าได้

๒. เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ประกอบวัสดุในงานเชื่อมไฟฟ้าได้

๓. เชื่อมไฟฟ้าแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนตามรอยต่อและตำแหน่งท่าเชื่อมพื้นฐานเบื้องต้น

๔. ใช้เครื่องมือ เครื่องจักร ในการปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัยตามหลักอาชีวอนามัย

๒.๒ บูรณาการกลุ่มอาชีพ

แผนการเรียนรู้หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๖๗

(ปีการศึกษา ๒๕๖๗-๒๕๖๘) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

กลุ่มอาชีพอุตสาหกรรมการผลิต สาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะ

ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๗ (สัปดาห์ที่ ๑- ๑๘)					ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๗ (สัปดาห์ที่ ๑ -				
ลักษณะงาน : ความแข็งแรงของวัสดุ					ลักษณะงาน : งานติดตั้งและซ่อมบำรุง				
รหัสวิชา	รายวิชา	ท	ป	น	รหัสวิชา	รายวิชา	ท	ป	น
๒๐๐๐๐- ๑๒๐๖ ๒ ๐๐๐๐- ๑๑๐๑	๑. หมวดวิชาสมรรถนะ แกนกลาง ภาษาอังกฤษเพื่องานช่าง อุตสาหกรรม ภาษาไทยเพื่อการสื่อสาร	๐	๒	๑	๒๐๐๐๐- ๑๒๐๑ ๒๐๐๐๐- ๑๒๐๔	๑. หมวดวิชาสมรรถนะ แกนกลาง ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร ภาษาอังกฤษสถานประกอบการ	๐	๒	๑
	๒.หมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ				๒. หมวดวิชาสมรรถนะ วิชาชีพ				
	๒.๑ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพ พื้นฐาน				๒.๑ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพ พื้นฐาน				
๒ ๐๐๐ ๑- ๑๐๐๒	วัสดุงานช่างอุตสาหกรรม	๒	๐	๒	๒๐๑๐๐- ๑๐๐๔	งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	๑	๓	๒
๒ ๐๐๐ ๑- ๑๐๐๑	สุขภาพ ความปลอดภัยและ สิ่งแวดล้อม	๒	๐	๒	๓๐๐๐๑- ๑๐๐๓	งานฝึกฝีมือ	๐	๖	๒
๒ ๐ ๑ ๐ ๐- ๑๐๐๔	งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	๑	๒	๒	๒๐๐๐๑- ๑๐๐๑	สุขภาพ ความปลอดภัยและ สิ่งแวดล้อม	๑	๒	๒
๒ ๐ ๑ ๐ ๐- ๑๐๐๓	งานฝึกฝีมือ	๑	๓	๒	๒๐๐๐๑- ๑๐๐๖	งานเครื่องมือกลเบื้องต้น	๑	๓	๒
	๒.๒ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพ เฉพาะ				๒.๒ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพ เฉพาะ				
๒ ๐ ๑ ๐ ๓- ๒๐๐๑	งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น	๐	๖	๒	เชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ๒	๐	๖	๒	
๒ ๐ ๑ ๐ ๓- ๒๐๐๒	เชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ๑	๐	๖	๒	เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสกลุ่ม ๑	๐	๖	๒	
๒ ๐ ๑ ๐ ๓- ๒๐๑๑	มาตรฐานงานเชื่อมเบื้องต้น	๒	๐	๒	เชื่อมอาร์กโลหะแก๊สกลุ่ม ๑	๐	๖	๒	
๒ ๐ ๑ ๐ ๓- ๒๐๐๙	กระบวนการเชื่อม	๒	๐	๒	โลหะวิทยาเบื้องต้น	๑	๓	๒	
๒ ๐ ๑ ๐ ๓- ๒๐๐๕	ทดสอบแบบไม่ทำลายสภาพ	๒	๓	๒	๒๐๑๐๓- ๒๐๑๔	ทดสอบแบบทำลายสภาพ	๑	๓	๒
๒ ๐ ๑ ๐ ๓- ๒๐๐๘	เขียนแบบการเชื่อมและโลหะแผ่น	๑	๓	๒	๒๐๑๐๓- ๒๐๐๔	มาตรฐานงานเชื่อมเบื้องต้น	๒	๐	๒

๒ ๐๐๐๐-๒๐๐๓	๓.หมวดวิชาเลือกเสรี					๓.หมวดวิชาเลือกเสรี			
	๔.กิจกรรมเสริมหลักสูตร					๔.กิจกรรมเสริมหลักสูตร			
	กิจกรรมเสริมสร้างสุจริต จิตอาสา	๐	๒	๐	๒๐๐๐-๒๐๐๒	กิจกรรมองค์การวิชาชีพ ๑	๐	๒	๐
	รวม	๑๔	๒๒	๒๒		รวม	๑๖	๑๗	๒๒

๓. สมรรถนะประจำหน่วย

- ๓.๑. มีความรู้ความปลอดภัยในงานเชื่อมไฟฟ้า แสดงความรู้หลักการระบวน การเชื่อมไฟฟ้า
- ๓.๒. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ใน งานเชื่อมไฟฟ้าได้
- ๓.๓. ปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าตามกระบวนการ

๔. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (เขียนให้ครบด้าน พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย จิตพิสัย และ ประยุกต์ใช้)

- ๔.๑. บอกวัสดุอุปกรณ์เครื่องมือ อุปกรณ์ และวิธีการในงานเชื่อมไฟฟ้าได้
- ๔.๒. สามารถเชื่อมไฟฟ้า บนแผ่นเหล็กคาร์บอนได้
- ๔.๓. ปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยความรอบคอบ และปลอดภัย
- ๔.๔. สามารถติดตั้งและประกอบงานเชื่อมได้

๕. สาระการเรียนรู้

- ๕.๑ กรรมวิธีการเชื่อม
- ๕.๒ เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
- ๕.๓ ลวดเชื่อมไฟฟ้า
- ๕.๔ เครื่องมือและอุปกรณ์
- ๕.๕ องค์ประกอบของงานเชื่อมไฟฟ้า
- ๕.๖ การเริ่มต้นอาร์ก
- ๕.๗ การเคลื่อนที่และการสายลวดเชื่อม
- ๕.๘ เทคนิคการเชื่อมไฟฟ้า

๖. กิจกรรมการเรียนรู้

นำเข้าสูบทเรียน

๑. ทักทายและตรวจเช็คใบรายชื่อ นั ก ศึ ก ษ า
 ๒. ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
 ๓. แนะนำเกณฑการให้คะแนนการวัดประเมินผล
 ๔. ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง
- ขั้น น ศึ ก ษ า ชั้ อ มู ล
๑. เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่
 ๒. เรื่อง งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้ม ฟลักซ์ ในระบบ GOOGLE CLASSROOM
 ๓. อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย

๔. ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้

ขั้นทดลอง/ฝึกปฏิบัติ

๑. ให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดในระบบ GOOGLE CLASSROOM โดยครูเดินดูและนักศึกษาอย่างใกล้ชิด และสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษา

๒. ตรวจสอบแบบฝึกหัดแนะนำ นักศึกษาในเรื่องของการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ

ขั้นสรุปและประเมินผล

๑. ท ด ส อ บ แ บ บ ท ด ส อ บ

๒. เ ฉ ล ย แ บ บ ท ด ส อ บ

๓. ค รุ ส รุ ป เ นื้ อ ห า ที่ เ รี ย น ว้ น นี

๔. บันทึกผลการประเมิน

๗. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

๑. เอกสารประกอบ วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

๒. ระบบ GOOGLE CLASSROOM

๓. เครื่องรับโทรทัศน์

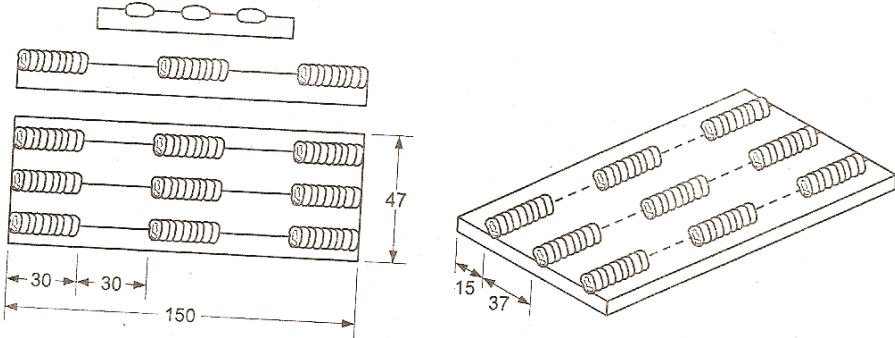
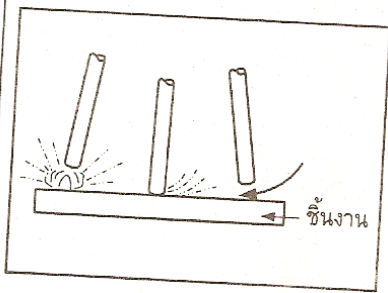
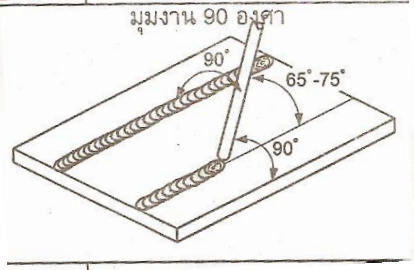
๔. เครื่องคอมพิวเตอร์พกพาหรือแท็บเล็ต หรือ สมาร์ทโฟน

๘. หลักฐานการเรียนรู้

๘.๑ หลักฐานความรู้

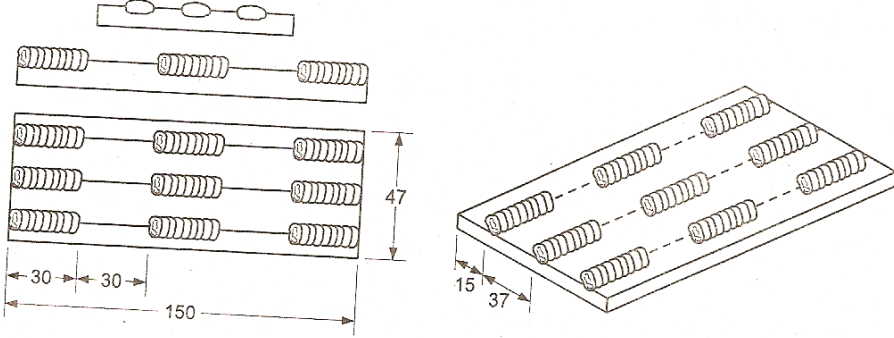
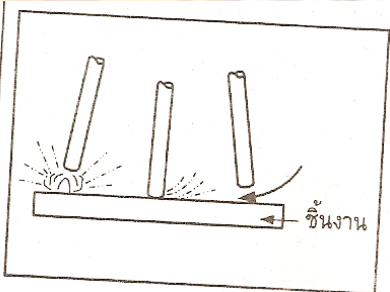
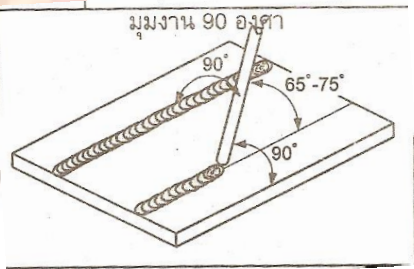
ใบงานการปฏิบัติงาน ประจำหน่วย

๑. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

วิชา ความแข็งแรงของวัสดุ รหัส ๓๐๑๐๐-๑๐๑๕	เรื่อง ฝึกเริ่มต้นอาร์กและ เดินแนวเป็นช่วงสั้นๆ	จำนวน ชั่วโมง
ใบงานที่ ๑		ผู้สอน นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์ ผู้เรียน
		
๓๐๐ Amp	๒.๖ มม.	เหล็ก St ๓๗
หัวเชื่อม	ลวดเชื่อม	วัสดุ
๑ ชั้น	จำนวน	๑๐๐X๑๐๐X๑๐มม.
เครื่องมือและอุปกรณ์	ลำดับขั้นการทำงาน	เทคนิควิธี
๑. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า AC หรือ DC ๒. ค้อนเคาะสแลก ๓. คีมจับงานร้อน ๔. หน้ากากเชื่อม ๕. แปรงลวดทำความสะอาด ๖. ถุงมือหนัง ๗. เสื้อหนัง	๑. ตัดชิ้นงานให้ได้ขนาด ๒. ทำความสะอาดชิ้นงาน ๓. ร่างแบบโดยใช้เหล็ก ตอกนำศูนย์ตอกให้เป็น รอยตามเส้นร่างแบบ ๔. เริ่มต้นเชื่อมที่ขอบ ทางซ้ายมือของชิ้นงานโดย เว้นช่องตามภาพ ๕. ทำความสะอาดชิ้นงาน ๖. ส่งตรวจ	๑. ผู้เริ่มฝึกเชื่อมควรใช้การเริ่มต้นอาร์กแบบ ชีต  ๒. ใช้มุมเดิน ๖๕-๗๕ องศา 

๔.๒ หลักฐานการปฏิบัติงาน

ชิ้นงานเชื่อมตามใบงานกำหนด

วิชา ความแข็งแรงของวัสดุ รหัส ๓๐๑๐๐-๑๐๑๕	เรื่อง ฝึกเริ่มต้นอาร์กและ เดินแนวเป็นช่วงสั้นๆ	จำนวน ชั่วโมง
ใบงานที่ ๑		ผู้สอน นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์ ผู้เรียน
		
๓๐๐ Amp	๒.๖ มม.	เหล็ก St ๓๗
หัวเชื่อม	ลวดเชื่อม	วัสดุ
๑ ชิ้น	๑ ชิ้น	๑๐๐X๑๐๐X๑๐ มม.
ขนาดชิ้นงาน	จำนวน	เทคนิควิธี
เครื่องมือและอุปกรณ์ ๑. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า AC หรือ DC ๒. ค้อนเคาะสแลก ๓. คีมจับงานร้อน ๔. หน้ากากเชื่อม ๕. แปรงลวดทำความสะอาด ๖. ถุงมือหนัง ๗. เสื้อหนัง	ลำดับขั้นตอนการทำงาน ๑. ตัดชิ้นงานให้ได้ขนาด ๒. ทำความสะอาดชิ้นงาน ๓. ร่างแบบโดยใช้เหล็ก ตอกนำศูนย์ตอกให้เป็น รอยตามเส้นร่างแบบ ๔. เริ่มต้นเชื่อมที่ขอบ ทางซ้ายมือของชิ้นงานโดย เว้นช่องตามภาพ ๕. ทำความสะอาดชิ้นงาน ๖. สังเกต	เทคนิควิธี ๑. ผู้เริ่มฝึกเชื่อมควรใช้การเริ่มต้นอาร์กแบบ ชีต  ๒. ใช้มุมเดิน ๖๕-๗๕ องศา 

๙. การวัดและประเมินผล

๙.๑ เกณฑ์การปฏิบัติงาน ผู้เรียนสามารถอธิบายและปฏิบัติตามได้ดังนี้

๑. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

๓. ลวดเชื่อมไฟฟ้า
๔. เครื่องมือและอุปกรณ์
๕. องค์ประกอบของงานเชื่อมไฟฟ้า
๖. การเริ่มต้นอาร์ก

๙.๒ วิธีการประเมิน

๑. นักเรียนปฏิบัติงานตามใบงาน
๒. นักเรียนทดสอบแบบทดสอบหลังเรียน
๓. สังเกตพฤติกรรมผู้เรียนและประเมินลงแบบประเมินด้านคุณธรรมจริยธรรมและคุณลักษณะที่พึง

ประสงค์

๔. สรุปผลการ เรียนรู้ของ นักเรียน

๙.๓ เครื่องมือประเมิน

๑. นักเรียนปฏิบัติงานตามใบงาน
๒. นักเรียนทดสอบแบบทดสอบหลังเรียน
๓. สังเกตพฤติกรรมผู้เรียนและประเมินลงแบบประเมินด้านคุณธรรมจริยธรรมและคุณลักษณะที่พึง

ประสงค์

๔. สรุปผลการ เรียนรู้ของ นักเรียน

๑๐. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

๑๐.๑ ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

๑๐.๒ ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

๑๐.๓ แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

	ใบความรู้ ที่ ๑.	หน่วยที่ ๕
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๐-๑๐๑๕ ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๑
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ความเค้นและความเครียด	ทฤษฎี ๑ ชม. ปฏิบัติ ๓ ชม.
ชื่อเรื่อง ความเค้นและความเครียด		

๑. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

มีความรู้และทักษะในงานเชื่อมไฟฟ้า งานเชื่อมแก๊ส และงานโลหะแผ่น ด้วยความถูกต้องรอบคอบและปลอดภัย

๒. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

๒.๑. มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส ๑๐๐๑, ๑๐๐๒ อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกล้า ระดับ ๒

๒.๒. มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน อาชีพช่างอุตสาหกรรม สาขาช่างเชื่อม

๓.๓. มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน อาชีพช่างเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผ่น

๓. สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑. แสดงความรู้หลักการระบวน การเชื่อมไฟฟ้า

๓.๒. การเชื่อมอาร์กสวิตเชื่อมหุ้มฟลักซ์แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน

๓.๓. เลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง

๓.๔. ปฏิบัติงานในการเชื่อมไฟฟ้าได้ อย่างถูกต้อง

๔. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๔.๑. บอกกรรมวิธีการเชื่อมไฟฟ้า

๔.๒. จำแนกประเภทเครื่องเชื่อมไฟฟ้าได้

๔.๓. กำหนดเครื่องมือ แลอุปกรณ์ที่ใช้ในงานเชื่อมไฟฟ้าได้

๔.๔. ปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าได้

๕. เนื้อหาสาระ

การเชื่อมไฟฟ้า (Arc welding)

การเชื่อมโดยใช้กระแสไฟฟ้าเป็นพลังงาน มี ๒ แบบ คือ การเชื่อมแบบความต้านทาน (Resistance welding) และการเชื่อมแบบอาร์ค (Arc welding) วิธีเชื่อมด้วยไฟฟ้าแบบอาร์คมี หลักการจากการไหลของกระแสไฟฟ้าผ่านช่องว่าง ในบรรยากาศของแก๊สจากตัวนำไฟฟ้าตัวหนึ่ง ไปยังตัวนำไฟฟ้าอีกตัวหนึ่ง การไหลของกระแสไฟฟ้างกล่าว เรียกว่าอาร์ค ผลจากการอาร์คทำให้เกิดความร้อนประมาณ ๑๐,๐๐๐ – ๑๒,๐๐๐ องศาเซลเซียส

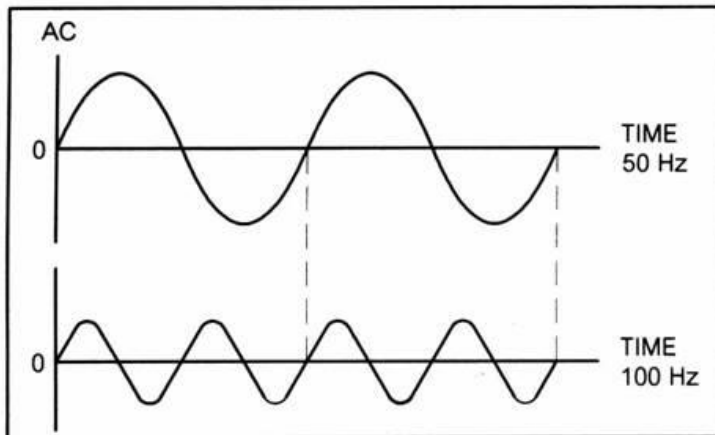
การอาร์ค คือ การที่กระแสไฟฟ้าไหลระหว่างขั้ว โดยวิ่งผ่านลำอออนของแก๊ส ซึ่งเรียกว่า “พลาสมา” ระยะห่างระหว่างขั้วทั้งสองสำหรับงานเชื่อม คือระยะห่างระหว่างปลายลวดเชื่อมกับ ชิ้นงาน บริเวณอาร์คสามารถแบ่งออกได้เป็น ๓ บริเวณ ตามลักษณะการกำเนิดความร้อน ได้แก่

- แคโทด (Cathode)

- แอโนด (Anode)

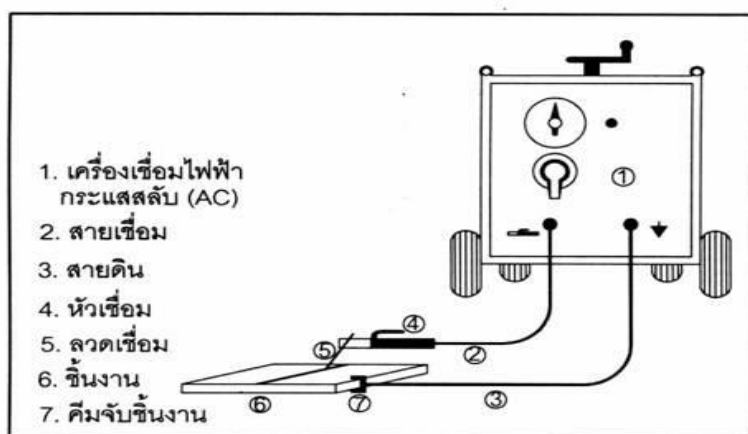
- ลำอาร์ค (Arc Plasma)

การเชื่อมไฟฟ้าต้องการกระแสจำนวนมาก แต่แรงดันต่ำ เพื่อให้ได้ความเข้มของ อิเล็กตรอนมากพอที่จะ นำพากระแสอิเล็กตรอนประจุลบพร้อมกับไอออนประจุลบของพลาสมาจะ วิ่งเข้าสู่แอโนดขั้วบวก ขณะเดียวกัน ไอออนประจุบวกจะวิ่งกลับทางจากแอโนดเข้าหาแคโทดไอออนลบ คืออะตอมที่ได้รับอิเล็กตรอนเพิ่มมากกว่าสมดุล จึงมีประจุลบ ส่วนไอออนบวก คืออะตอม ที่สูญเสียอิเล็กตรอนจากสมดุล จึงมีประจุบวกความร้อนที่เกิดขึ้นที่ขั้วของ แคโทดทั้งหมด เกิดจากไอออนบวกวิ่งกระแทกผิวหน้าของ แคโทดสำหรับความร้อนที่เกิดขึ้นที่ขั้วแอโนดทั้งหมดเกิด จากอิเล็กตรอนวิ่งกระแทกแอโนด



รูปที่ ๕.๑ ลักษณะคลื่นของไฟกระแสสลับ ๑ ไซเคิล

(ที่มา <http://www.supradit.com/contents/metal/Data/๕/๑.html>)

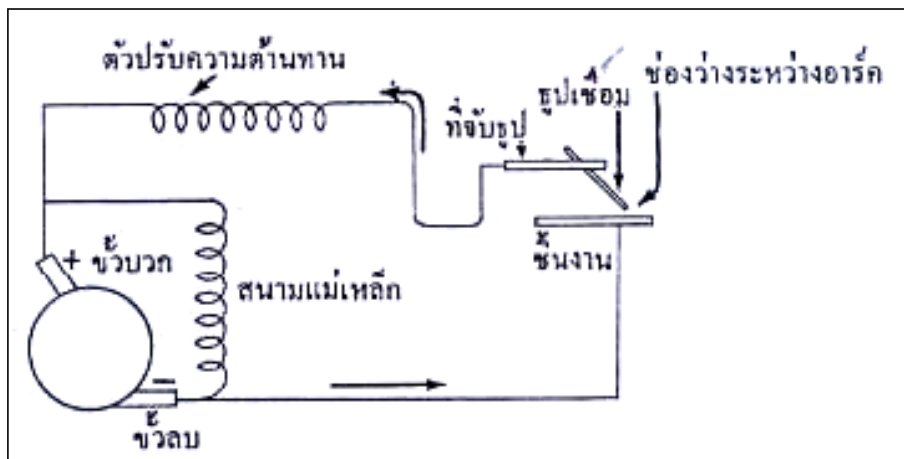


ขั้วไฟเชื่อม

เครื่องเชื่อมไฟกระแสดตรง สามารถเปลี่ยนขั้วไฟได้จากขั้วหนึ่งเป็นอีกขั้วหนึ่ง เพื่อคุณภาพ ของการใช้งาน เชื่อม การเปลี่ยนขั้วเชื่อมทำได้โดยการเปลี่ยนขั้วสายเชื่อมที่เครื่องเชื่อม แต่เครื่อง รุ่นใหม่ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนขั้ว สาย ใช้เปลี่ยนด้วยสวิตช์ที่อยู่ด้านหน้าของเครื่องเชื่อมแทน กระแสไฟสลับไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนขั้วสายเชื่อม เนื่องจากกระแสไฟสลับมีการเปลี่ยนขั้ว ในหลายๆครั้งต่อวินาที ดังนั้นจึงไม่ต้องคำนึงถึงขั้วของกระแสไฟฟ้า

เครื่องเชื่อมไฟกระแสดตรงมีแบบการต่อขั้วไฟฟ้าอยู่ ๒ แบบ คือ

๑. ไฟตรงต่อกลับขั้วหรือเรียกว่า DCRP (Direct Current Reverse Polarity) หรือขั้วบวก

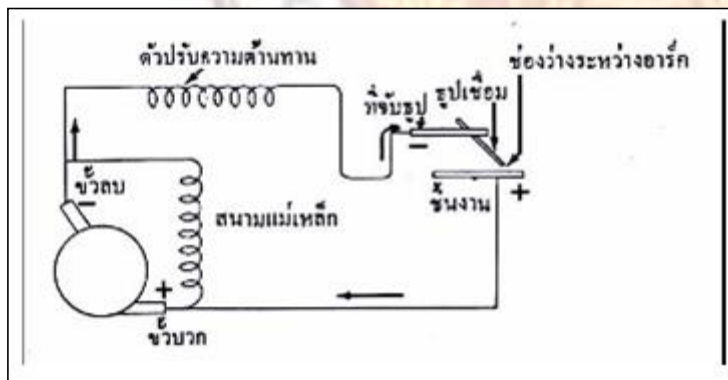


รูปที่ ๕.๔ วงจรการเชื่อมกระแสตรงแบบกลับขั้ว

วงจรเชื่อมไฟตรงต่อกลับขั้ว จะต่อลวดเชื่อมเป็นขั้วบวก และต่อชิ้นงานเป็นขั้วลบ การต่อ กลับขั้วจะให้การป้อนน้ำโลหะจากลวดเชื่อมสู่ชิ้นงานสม่ำเสมอดีกว่าการต่อขั้วตรง ความร้อนจะ เกิดขึ้นที่ขั้วบวกหรือลวดเชื่อมประมาณ ๗๐ % ของความร้อนที่เกิดจากการอาร์คทั้งหมด ส่วน ชิ้นงานจะมีความร้อนเกิดขึ้น ๓๐% จากความร้อนจำนวนมากประมาณ ๗๐ % จะทำให้ลวดเชื่อม หลอมละลาย และส่งป้อนสู่บ่อหลอมละลาย ของชิ้นงานรวดเร็ว ดังนั้นจึงมีแรงกระแทกของน้ำ โลหะต้อบ่อหลอมละลายของชิ้นงาน

๒. ไฟตรงต่อขั้วตรงหรือเรียกว่า DCSP (Direct Current Straight Polarity)

วงจรเชื่อมไฟตรงต่อขั้วตรงลวดเชื่อมจะต่อเป็นขั้วลบ (-) ชิ้นงานจะต่อเป็นขั้วบวก (+) เป็น วงจรเชื่อม ที่ใช้เชื่อมเหล็กกล้าได้ทุกชนิด ยกเว้นลวดไฮโดรเจนต่ำ แต่ไม่เหมาะกับการเชื่อมโลหะ นอกกลุ่มเหล็กการซึมลึกน้อย และรอยเชื่อมแคบ เหมาะกับการเชื่อมโลหะแผ่นบาง เพราะไม่ค่อย มีปัญหาการทะลุที่งาน และยังใช้กับการเชื่อมพอกผิวอีกด้วย



รูปที่ ๕.๕ วงจรการเชื่อมกระแสตรงแบบขั้วตรง

แรงดันไฟฟ้าของเครื่องเชื่อม (Welding Machine Voltage)

แรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน คือแรงดันที่ดันให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ ผ่านช่องว่างระหว่างปลายลวดเชื่อมกับชิ้นงาน หน่วยเป็นโวลต์ สามารถวัดด้วยโวลต์มิเตอร์

เมื่อแรงดันไฟฟ้ามีหน่วยเป็นโวลต์ จำนวนของกระแสมีหน่วยเป็นแอมแปร์หรือแอมป์วัด ได้ด้วยแอมมิเตอร์ เครื่องเชื่อมจะติดตั้งไว้ทั้งแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์

ชนิดของแรงดันไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าในการเชื่อมมีอยู่ ๒ ชนิด ได้แก่

๑. แรงดันวงจรเปิด (Open Circuit Voltage)

ขณะที่เครื่องเชื่อมเปิดอยู่แต่ไม่ได้ทำการเชื่อม แรงดันที่เกิดขึ้นที่ขั้วทั้งสองของเครื่องเชื่อม นั้นคือแรงดันวงจรเปิด สามารถวัดได้โดยเอาโวลต์มิเตอร์จับวัดขั้วทั้งสองของเครื่องเชื่อม เครื่องเชื่อม มาตรฐานมีขนาดแรงดันวงจรเปิดอยู่ระหว่าง ๕๐-๘๐ โวลต์ ถ้าหากมากกว่านี้อาจเกิดอันตรายต่อ ผู้ปฏิบัติงานได้ และถ้าต่ำเกินไปจะทำให้เริ่มต้นอาร์คยาก

๒. แรงดันอาร์ค (Arc Voltage)

แรงดันวงจรเปิดจะเปลี่ยนเป็นแรงดันอาร์คเมื่อเครื่องเชื่อมเริ่มอาร์ค แรงดันอาร์ควัดได้โดย เอาโวลต์มิเตอร์จับวัดที่ขั้วทั้งสองของเครื่องเชื่อม ในขณะที่ทำการเชื่อมอยู่แรงดันไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงตามระยะอาร์ค คือ ระยะอาร์คยาว แรงดันไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น ตาม แต่กระแสเชื่อมลดลง ถ้าหากระยะอาร์คสั้น แรงดันไฟฟ้าจะลดลงตามแต่กระแสเชื่อม เพิ่มขึ้น ดังนั้นในการเชื่อมจะต้องรักษาระยะอาร์คให้คงที่ เพื่อที่กระแสเชื่อมจะได้ไม่เปลี่ยนแปลงมากในขณะที่เชื่อม โดยแนะนำให้คงระยะอาร์คให้สั้นที่สุดเพื่อการเปลี่ยนแปลงระยะอาร์คในขณะที่เชื่อมจะได้มีน้อย แรงดันอาร์คมีค่าอยู่ระหว่าง ๒๐-๔๐ โวลต์

เครื่องมือและอุปกรณ์การเชื่อมไฟฟ้า (Welding Equipment) มีดังต่อไปนี้

๑. เครื่องเชื่อม (Welding Machine)
๒. ตัวจับลวดเชื่อมหรือตัวจับอิเล็กโทรด (Electrode Holder)
๓. สายเชื่อม (Welding Cable)
๔. ตัวจับสายดิน (Ground Clamps)
๕. ข้อต่อสายเชื่อม (Quick -Cable Connector)
๖. หน้ากากเชื่อม (Helmet)
๗. หมวกนิรภัย (Safety Hat)
๘. ค้อนเคาะสแลก (Chipping Hammer)
๙. แปรงลวดทำความสะอาด (Wore Brush)
๑๐. คีมจับงาน (Tongs)

๑. เครื่องเชื่อม

การเชื่อมไฟฟ้าได้รับความร้อนที่เกิดจากการอาร์คระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงานสำหรับ กระแสไฟฟ้าบ้าน ๒๒๐ โวลต์ ไม่สามารถนำมาใช้กับการเชื่อมได้ เนื่องจากขนาดแรงดันไฟฟ้าสูงเกินไป อาจจะเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้ ในการเชื่อมไม่ต้องการแรงดันไฟฟ้าสูงแต่ต้องการ จำนวนกระแสสูง ดังนั้นเครื่องเชื่อมจะต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

๑. ขนาดแรงดันไฟฟ้าอยู่ระหว่าง ๕๐-๘๐ โวลต์
๒. กระแสเชื่อมสูง แต่แรงเคลื่อนต่ำ
๓. สามารถควบคุมขนาดกระแสเชื่อมได้

ปัจจุบันเครื่องเชื่อมได้มีการพัฒนาไปอย่างมาก ทั้งแบบความสามารถในการใช้งาน การ ประหยัดกระแสไฟและขนาด ซึ่งเครื่องแต่ละแบบนี้ราคาแตกต่างกันมาก ดังนั้นผู้ใช้งานจะต้องมี ความรู้ความเข้าใจทางเทคนิคของเครื่องเชื่อมแต่ละชนิดอย่างถ่องแท้ จึงจะสามารถเลือกเครื่อง เชื่อมที่มีอยู่มากมายให้เหมาะสมกับงานที่จะเชื่อม

๑.๑ เครื่องเชื่อมที่แบ่งตามลักษณะกระแสไฟและแรงเคลื่อน

เครื่องเชื่อมลักษณะนี้จะสามารถแบ่งเครื่องเชื่อมออกเป็น ๒ ชนิด คือ เครื่องเชื่อมชนิด กระแสคงที่ (Constant Current) และเครื่องเชื่อมชนิดแรงดันไฟฟ้าคงที่ (Constant Voltage)

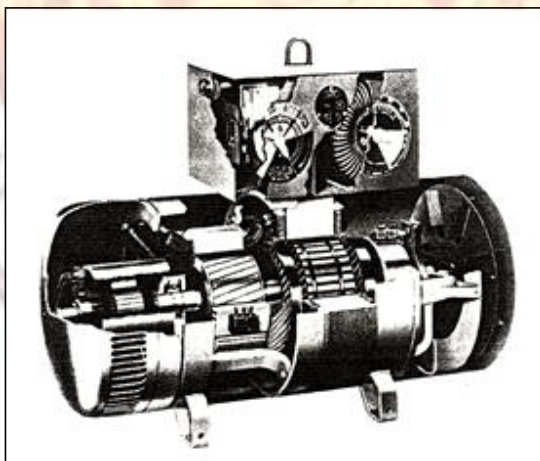
๑.๑.๑ เครื่องเชื่อมชนิดกระแสคงที่ (CC) เป็นระบบที่ใช้กับเครื่องธรรมดา และเครื่องเชื่อม Stud เครื่องเชื่อมระบบกระแส คงที่มีทั้งชนิดไฟตรงและไฟสลับ หรือมีทั้งไฟตรงและไฟสลับรวมกัน ซึ่งอาจจะเป็นแบบเครื่องหมุนหรือแบบไม่หมุนก็ได้ ดังนั้นเครื่องเชื่อมชนิดกระแสคงที่นี้ สามารถเปลี่ยนแปลงกระแสไฟเชื่อมได้ โดยการเปลี่ยนแปลงระยะอาร์คโดยไม่ต้องตั้งกระแสเชื่อมที่เครื่องเชื่อมใหม่

๑.๑.๒ เครื่องเชื่อมชนิดแรงดันไฟฟ้าคงที่ (CV) เครื่องเชื่อมชนิดนี้จะให้แรงดันคงที่ จะไม่เปลี่ยนแปลงตามขนาดของกระแสเชื่อม สามารถใช้กับการเชื่อมแบบกึ่งอัตโนมัติ หรืออัตโนมัติที่ใช้ระบบป้อนลวดแบบอัตโนมัติและผลิต เฉพาะกระแสไฟตรงเท่านั้น ซึ่งอาจจะเป็นแบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์ หรือแบบหม้อแปลง / เครื่องเรียงกระแส

๑.๒ เครื่องเชื่อมแบ่งตามลักษณะต้นกำลังผลิต

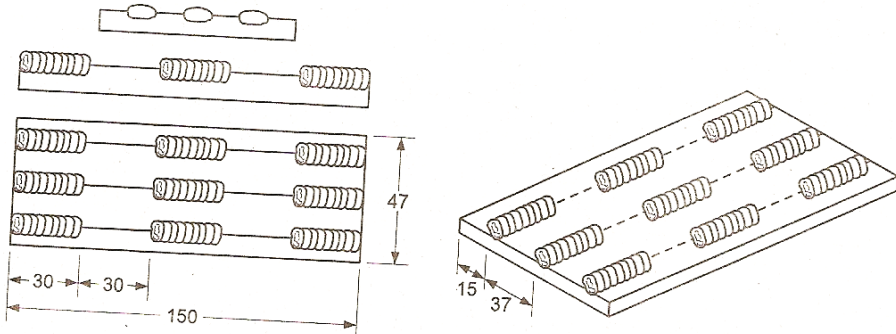
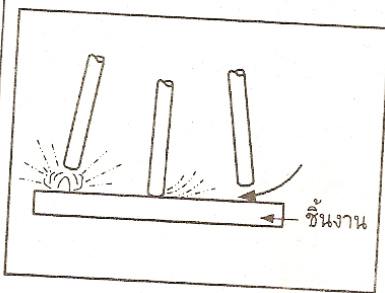
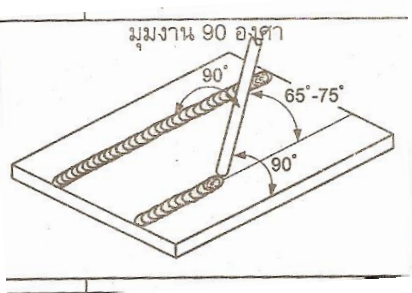
เครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ผลิตกระแสออกมาทั้งระบบแรงดันคงที่ และระบบกระแสคงที่จะต้องมี ต้นกำลังในการผลิต ซึ่งถ้าพิจารณาตามลักษณะต้นกำลังการผลิตจะแบ่งเครื่องเชื่อมได้ดังนี้

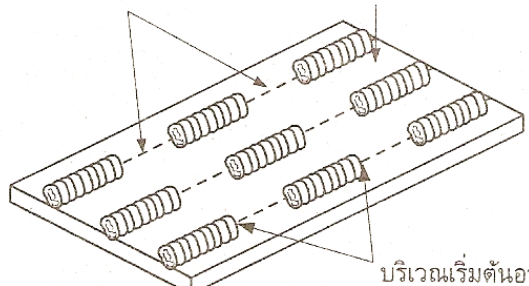
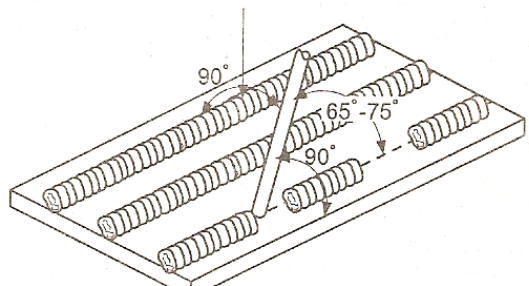
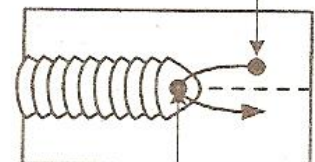
๑.๒.๑ เครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสตรง (Generator and Alternator Welding Maching) เครื่องเชื่อมไฟตรงแบบเจนเนอเรเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า จะใช้งานใน โรงงาน ส่วนที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์แก๊สโซลีนหรือดีเซล เหมาะสมกับการใช้งานสนาม เครื่องยนต์ ขับจะระบายความร้อนด้วยน้ำ หรืออากาศก็ได้ ซึ่งเครื่องเชื่อมชนิดนี้มีทั้งไฟกระแสตรงและ กระแสสลับ ปัจจุบันนี้เครื่องเชื่อมจำนวนมากมีระบบไฟฟ้า ๒๒๐ โวลต์ ไว้ใช้กับเครื่องมือและแสงสว่างอีกด้วย

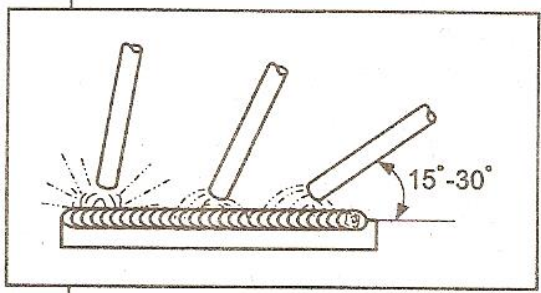


รูปที่ ๕.๖ เครื่องเชื่อมกระแสตรงแบบมอเตอร์เจนเนอเรเตอร์
(ที่มา: นายอำพร โสภา : ๒๕๔๖ รูปที่ ๑.๑๙)

๑. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

วิชา ความแข็งแรงของวัสดุ รหัส ๓๐๑๐๐-๑๐๑๕		เรื่อง ฝึกเริ่มต้นอาร์กและ เดินแนวเป็นช่วงสั้นๆ		จำนวน ชั่วโมง
ใบงานที่ ๑				ผู้สอน นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์ ผู้เรียน
				
๓๐๐ Amp	๒.๖ มม.	เหล็ก St ๓๗	๑ ชิ้น	๑๐๐x๑๐๐x๑๐มม.
หัวเชื่อม	ลวดเชื่อม	วัสดุ	จำนวน	ขนาดชิ้นงาน
เครื่องมือและอุปกรณ์		ลำดับขั้นตอนการทำงาน		เทคนิควิธี
๑. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า AC หรือ DC ๒. ค้อนเคาะสแลก ๓. คีมจับงานร้อน ๔. หน้ากากเชื่อม ๕. แปรงลวดทำความสะอาดแนวเชื่อม ๖. ถุงมือหนัง ๗. เสื้อหนัง		๑. ตัดชิ้นงานให้ได้ขนาด ๒. ทำความสะอาดชิ้นงาน ๓. ร่างแบบโดยใช้เหล็กตอกนำศูนย์ตอกให้เป็นรอยตามเส้นร่างแบบ ๔. เริ่มต้นเชื่อมที่ขอบทางซ้ายมือของชิ้นงานโดยเว้นช่วงตามภาพ ๕. ทำความสะอาดชิ้นงาน ๖. ส่งตรวจ		๑. ผู้เริ่มฝึกเชื่อมควรใช้การเริ่มต้นอาร์กแบบขีด  ๒. ใช้มุมเดิน ๖๕-๗๕ องศา 

วิชา ความแข็งแรงของวัสดุ รหัส ๓๐๑๐๐-๑๐๑๕		เรื่อง ฝึกการต่อแนวเชื่อม		จำนวน	ชั่วโมง
ใบงานที่ ๒				ผู้สอน นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์	
				ผู้เรียน	
เชื่อมต่อให้เต็ม ชิ้นงานจากการฝึกเชื่อมแนวระยะสั้น บริเวณเริ่มต้นอาร์ก  แนวเชื่อมเกิดจากการเชื่อมต่อ 90° 65°-75° 90° 					
๓๐๐ Amp	๒.๖ มม.	เหล็ก St ๓๗	๑ ชิ้น	๑๐๐x๑๐๐x๑๐ มม.	
หัวเชื่อม	ลวดเชื่อม	วัสดุ	จำนวน	ขนาดชิ้นงาน	
เครื่องมือและอุปกรณ์		ลำดับขั้นตอนการทำงาน		เทคนิควิธี	
๑. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า AC หรือ DC ๒. ค้อนเคาะสแลก ๓. คีมจับงานร้อน ๔. หน้ากากเชื่อม ๕. แปรงลวดทำความสะอาดแนวเชื่อม ๖. ถุงมือหนัง ๗. เสื้อหนัง		๑. นำชิ้นงานที่ฝึกการเดินแนวระยะสั้นมาใช้ในการเชื่อมต่อแนวเชื่อม ๒. ทำความสะอาดชิ้นงาน ๓. ทำการเชื่อมต่อแนวเชื่อม ๔. ทำความสะอาดแนวเชื่อม ๕. ส่งชิ้นงาน		๑. เริ่มต้นอาร์กบริเวณรอยต่อ ๒. เริ่มเคลื่อนลวดเชื่อมเข้าบริเวณรอยต่อให้หยุดอยู่ชั่วขณะหนึ่งเพื่อให้แน่ใจว่าได้เต็มเนื้อโลหะเพียงพอแล้ว	
				จุดเริ่มต้นอาร์ก  หยุดชั่วขณะหนึ่ง	

		๓. เมื่อสิ้นสุดการเชื่อมก่อนถอนลวดเชื่อมควรเอนลวดเชื่อมประมาณ ๑๕-๓๐ องศา จึงถอนลวดเชื่อมออก 
--	--	---

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

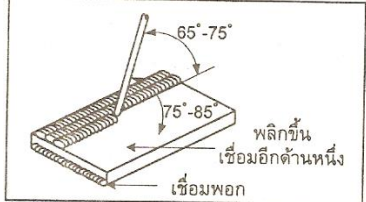
ชื่อ.....สกุล.....วันที่ปฏิบัติงาน...../...../.....
 ระดับ ปวช.กลุ่ม.....แผนกช่าง.....
 ชื่องาน ฝึกการต่อแนวเชื่อมตามใบงานที่.....หน่วยที่.....

รายการตรวจ	ระดับคะแนน			
	๒	๓	๕	คะแนนที่ได้ (เต็ม ๔๐ คะแนน)
	ปานกลาง	ค่อนข้างดี	ดี	
๑. กระแสไฟฟ้าที่ใช้สังเกตได้จากแนวเชื่อม				
๒. การหลอมละลายซึมลึก				
๓. การเริ่มต้นเชื่อม				
๔. ความเที่ยงตรงของแนวเชื่อม				
๕. ความหยวบละเอียดของเกล็ดแนวเชื่อม				
๖. ไม่มี Undercut				
๗. ไม่มี Overlap				
๘. คุณธรรมจริยธรรม - การตรงต่อเวลา				
รวม				

บันทึก ก

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ
(นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์)
วันที่...../...../.....

วิชา ความแข็งแรงของวัสดุ รหัส ๓๐๑๐๐-๑๐๑๕		เรื่อง ฝึกการเชื่อมพอกทับ แนวเดิม		จำนวน ชั่วโมง
ใบงานที่ ๓				ผู้สอน นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์
				ผู้เรียน
๓๐๐ Amp	๒.๖ มม.	เหล็ก St ๓๗	๑ ชั้น	๑๐๐X๑๐๐X๑๐ มม.
หัวเชื่อม	ลวดเชื่อม	วัสดุ	จำนวน	ขนาดชิ้นงาน
เครื่องมือและอุปกรณ์		ลำดับขั้นตอนการทำงาน		เทคนิควิธี
๑. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าAC หรือ DC ๒. ค้อนเคาะสแลก ๓. คีมจับงานร้อน ๔. หน้ากากเชื่อม ๕. แปรงลวดทำความสะอาด แนวเชื่อม ๖. ถังมือหนึ่ง ๗. เสื้อหนัง		๑. ตัดชิ้นงานให้ได้ตามขนาด ๒. ทำความสะอาดชิ้นงาน ๓. ร่างแบบโดยใช้เหล็กตอกนำ ศูนย์ตอกให้เป็นรอยตามเส้นตรง ๔. ทำการเชื่อมแนวแรกที่ชอบ ของชิ้นงาน ๕. ทำความสะอาดแล้วเชื่อมแนว ที่สองทับแนวแรก 1/2 เท่าของ ความกว้างแนวแรก ๖. ทำการเชื่อมทับจนกระทั่งเต็ม หน้าจึงพลิกชิ้นงานทำการเชื่อม พอกอีกด้านหนึ่ง ๗. ได้ความหนาตามที่กำหนด แล้วทำความสะอาด		๑. การเชื่อมทับแนวที่สองลวดเชื่อม ทำมุมกับงาน ๗๕-๘๐ องศา ๒. เมื่อเชื่อมเต็มผิวหน้าของงาน และ เพื่อไม่ให้ชิ้นงานบิดงอควรพลิก ชิ้นงานสลับเชื่อมอีกด้านหนึ่ง

	๘. ส่งตรวจ	
--	------------	--

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

ชื่อ.....สกุล.....วันที่ปฏิบัติงาน...../...../.....

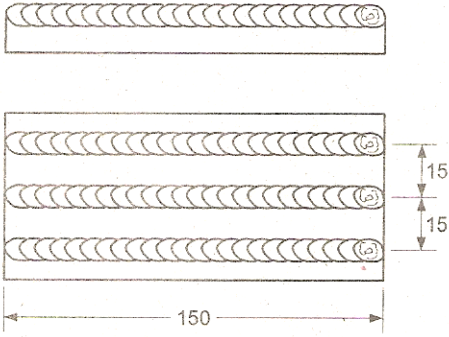
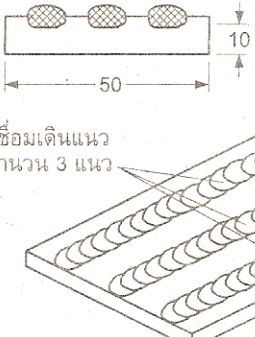
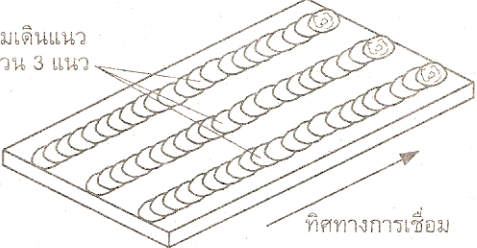
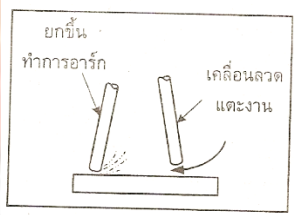
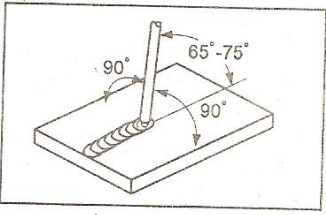
ระดับ ปวช.กลุ่ม.....แผนกช่าง.....

ชื่องาน การเชื่อมพอกทับแนวเดิม ตามใบงานที่.....หน่วยที่.....

รายการตรวจ	ระดับคะแนน			
	๒	๓	๕	คะแนนที่ได้ (เต็ม ๔๐ คะแนน)
	ปานกลาง	ค่อนข้างดี	ดี	
๑. กระแสไฟฟ้าที่ใช้สังเกตได้จากแนวเชื่อม				
๒. การหลอมละลายซึมลึก				
๓. การเริ่มต้นเชื่อม				
๔. ความเที่ยงตรงของแนวเชื่อม				
๕. ความหยวบละเอียดของเกล็ดแนวเชื่อม				
๖. ไม่มี Undercut				
๗. ไม่มี Overlap				
๘. คุณธรรมจริยธรรม - การตรงต่อเวลา				
รวม				

บันทึก
.....

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ
(นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์)
วันที่...../...../.....

วิชา ความแข็งแรงของวัสดุ รหัส ๓๐๑๐๐-๑๐๑๕ ใบงานที่ ๔		เรื่อง การเชื่อมเดินแนว		จำนวน ชั่วโมง ผู้สอน นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์ ผู้เรียน	
					
๘๐ Amp	๒.๖ มม.	เหล็ก St ๓๗	๑ ชั้น	๑๐๐X๑๐๐X๑๐มม.	
หัวเชื่อม	ลวดเชื่อม	วัสดุ	จำนวน	ขนาดชิ้นงาน	
เครื่องมือและอุปกรณ์		ลำดับขั้นตอนการทำงาน		เทคนิควิธี	
๑. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า AC หรือ DC ๒. ค้อนเคาะสแลก ๓. คีมจับงานร้อน ๔. หน้ากากเชื่อม ๕. แปรงลวดทำความสะอาดแนวเชื่อม ๖. ถุงมือหนัง ๗. เสื้อหนัง		๑. ตัดชิ้นงานให้ได้ตามขนาด ๒. ทำความสะอาดชิ้นงาน ๓. ร่างแบบงานโดยใช้เหล็กตอกนำศูนย์ตอกให้เป็นรอยตามเส้นตรง ๔. ตรวจสอบการทำงานของเครื่องเชื่อม ๕. เริ่มต้นเชื่อมแนวแรกโดยเชื่อมจากทางซ้ายไปทางขวามือ ๖. เชื่อมแนวที่ ๒ และ ๓ ๗. ทำความสะอาดส่งตรวจ		๑. ใช้เทคนิคการเริ่มต้นอาร์กแบบจุ่มยกบริเวณขอบด้านซ้ายของงาน  ๒. ลวดเชื่อมมีมุมเดิน ๖๕-๗๕ องศา  ๓. สายลวดเชื่อมแบบ	

		
--	--	--

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

ชื่อ.....สกุล.....วันที่ปฏิบัติงาน...../...../.....

ระดับ ปวช.กลุ่ม.....แผนกช่าง.....

ชื่องาน การเชื่อมแนวเดิม ตามใบงานที่.....หน่วยที่.....

รายการตรวจ	ระดับคะแนน			
	๒	๓	๕	คะแนนที่ได้ (เต็ม ๔๐ คะแนน)
	ปานกลาง	ค่อนข้างดี	ดี	
๑. กระแสไฟฟ้าที่ใช้สังเกตได้จากแนวเชื่อม				
๒. การหลอมละลายซึมลึก				
๓. การเริ่มต้นเชื่อม				
๔. ความเที่ยงตรงของแนวเชื่อม				
๕. ความหยาบละเอียดของเกล็ดแนวเชื่อม				
๖. ไม่มี Undercut				
๗. ไม่มี Overlap				
๘. คุณธรรมจริยธรรม - การตรงต่อเวลา				
รวม				

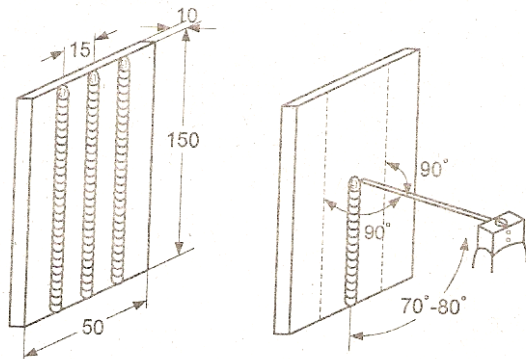
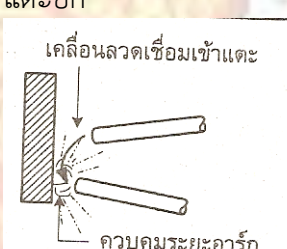
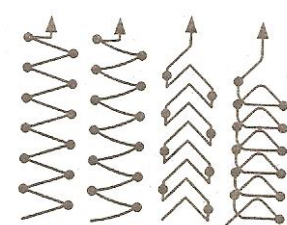
บันทึก.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ

(นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์)

วันที่...../...../.....

วิชา ความแข็งแรงของวัสดุ รหัส ๓๐๑๐๐-๑๐๑๕		เรื่อง การเชื่อมเดินแนวทำ ตั้งเชื่อมขึ้น		จำนวน ชั่วโมง
ใบงานที่ ๕				ผู้สอน นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์ ผู้เรียน
				
๓๐๐ Amp	๒.๖ มม.	เหล็ก St ๓๗	๑ ชั้น	๑๐๐x๑๐๐x๑๐มม.
หัวเชื่อม	ลวดเชื่อม	วัสดุ	จำนวน	ขนาดชิ้นงาน
เครื่องมือและอุปกรณ์		ลำดับขั้นตอนการทำงาน		เทคนิควิธี
๑. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าAC หรือ DC ๒. ค้อนเคาะสแลก ๓. คีมจับงานร้อน ๔. หน้ากากเชื่อม ๕. แปรงลวดทำความสะอาดแนวเชื่อม ๖. ถุงมือหนัง ๗. เสื้อหนัง ๘. เสาค้ำและชุดจับงานในการเชื่อมทำตั้ง		๑. ตัดชิ้นงานให้ได้ตามขนาด ๒. ทำความสะอาดชิ้นงาน ๓. ร่างแบบงานโดยใช้เหล็กตอกนำศูนย์ตอกให้เป็นรอยตามเส้นตรง ๔. ตรวจสอบเครื่องเชื่อม ๕. เริ่มต้นเชื่อมแนวแรกที่ขอบงานด้านล่างขึ้นไปยังขอบด้านบน ๖. เชื่อมแนวที่๒ และแนวที่ ๓ ๗. ทำความสะอาดแนวเชื่อม ๘. ส่งตรวจ		๑. ควรใช้เทคนิคการเริ่มต้นอาร์คแบบแตะยก  ๒. ควรส่ายลวดเชื่อมดังภาพข้างล่างนี้ แต่ขณะเชื่อมควรหยุดบริเวณขอบของแนวเชื่อมชั่วขณะหนึ่งทำเช่นนี้ตลอดการเชื่อม 

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

ชื่อ.....สกุล.....วันที่ปฏิบัติงาน...../...../.....

ระดับ ปวช.กลุ่ม.....แผนกช่าง.....

ชื่องาน การเชื่อมแนวท่อตั้งเชื่อมขึ้น ตามใบงานที่.....หน่วยที่.....

รายการตรวจ	ระดับคะแนน			
	๒	๓	๕	คะแนนที่ได้ (เต็ม ๔๐ คะแนน)
	ปานกลาง	ค่อนข้างดี	ดี	
๑. กระแสไฟฟ้าที่ใช้สังเกตได้จากแนวเชื่อม				
๒. การหลอมละลายซึมลึก				
๓. การเริ่มต้นเชื่อม				
๔. ความเที่ยงตรงของแนวเชื่อม				
๕. ความหยาบละเอียดของเกล็ดแนวเชื่อม				
๖. ไม่มี Undercut				
๗. ไม่มี Overlap				
๘. คุณธรรมจริยธรรม - การตรงต่อเวลา				
รวม				

บันทึก.....

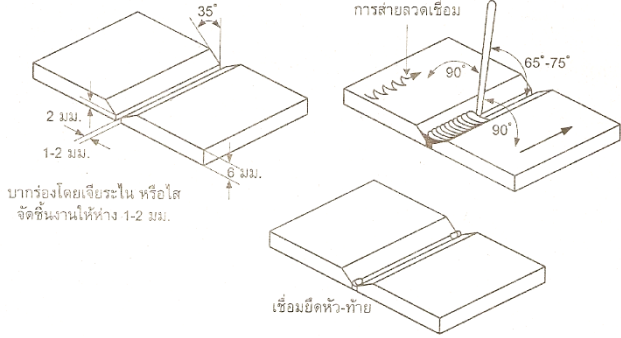
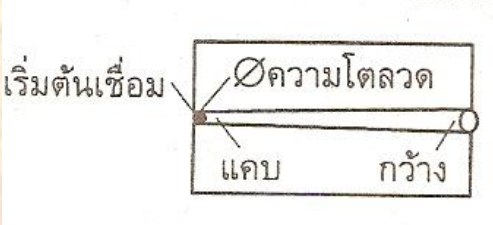
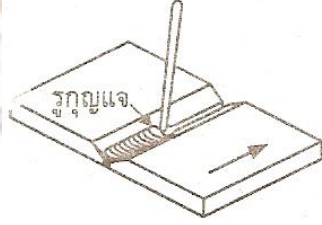
.....

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ

(นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์)

วันที่...../...../.....

วิชา ความแข็งแรงของวัสดุ รหัส ๓๐๑๐๐-๑๐๑๕	เรื่อง	จำนวน	ชั่วโมง
---	--------	-------	---------

ใบงานที่ ๖		การเชื่อมต่อชนทำ ราบ		ผู้สอน นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์
				ผู้เรียน
				
๓๐๐ Amp	๒.๖ มม.	เหล็ก St ๓๗	๑ ชิ้น	๑๐๐x๑๐๐x๑๐มม.
หัวเชื่อม	ลวดเชื่อม	วัสดุ	จำนวน	ขนาดชิ้นงาน
เครื่องมือและอุปกรณ์		ลำดับขั้นตอนการทำงาน		เทคนิควิธี
๑. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าAC หรือ DC ๒. ค้อนเคาะสแลก ๓. คีมจับงานร้อน ๔. หน้ากากเชื่อม ๕. แปรงลวดทำความสะอาดแนวเชื่อม ๖. ถุงมือหนัง ๗. เสื้อหนัง		๑. ตัดชิ้นงานตามขนาด จำนวน ๒ ชิ้น ๒. ทำความสะอาดชิ้นงาน ๓. บากหน้างานแบบ Single-V ๔. ทำการเชื่อมยึด (Tack) ชิ้นงานทั้งสองชิ้น ๕. เริ่มต้นอาร์กและเชื่อมจากทางซ้ายไปทางขวา ๖. ทำความสะอาดแนวเชื่อม ๗. ส่งตรวจ		๑. ขณะทำการเชื่อมยึดต้องเพื่อการขยายตัวของโลหะ โดยให้ด้านสิ้นสุดการเชื่อมกว้างกว่าด้านเริ่มต้นเชื่อม  ๒. เพื่อให้เกิดการซึมลึก ขณะเชื่อมควรสร้างบ่อหลอมละลายให้เป็นรูปกุญแจ (Key Hole) 

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

ชื่อ.....สกุล.....วันที่ปฏิบัติงาน...../...../.....
 ระดับ ปวช.กลุ่ม.....แผนกช่าง.....

ชื่องาน การเชื่อมแนวท่อตั้งเชื่อมขึ้น

ตามใบงานที่.....หน่วยที่.....

รายการตรวจ	ระดับคะแนน			
	๒	๓	๕	คะแนนที่ได้ (เต็ม ๔๐ คะแนน)
	ปานกลาง	ค่อนข้างดี	ดี	
๑. กระแสไฟฟ้าที่ใช้สังเกตได้จากแนวเชื่อม				
๒. การหลอมละลายซึมลึก				
๓. การเริ่มต้นเชื่อม				
๔. ความเที่ยงตรงของแนวเชื่อม				
๕. ความหยาบละเอียดของเกล็ดแนวเชื่อม				
๖. ไม่มี Undercut				
๗. ไม่มี Overlap				
๘. คุณธรรมจริยธรรม - การตรงต่อเวลา				
รวม				

บันทึก
.....

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ
(นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์)
วันที่...../...../.....

๗. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

(ที่มา <http://www.supradit.com/contents/metaI/Data/๕/๑.html>)

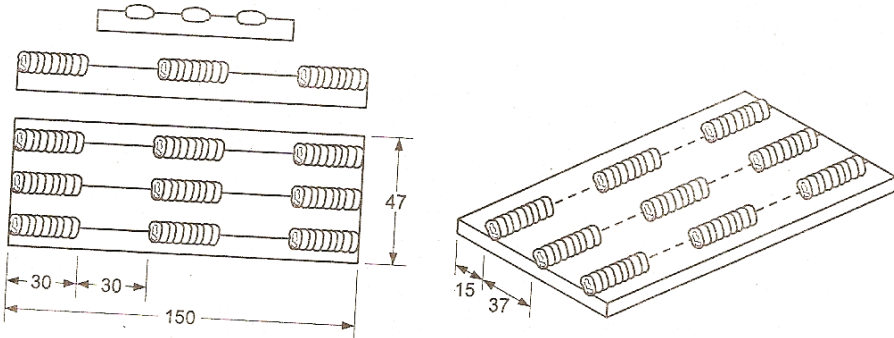
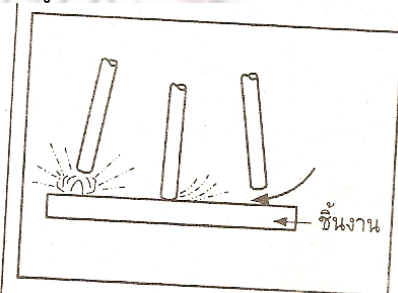
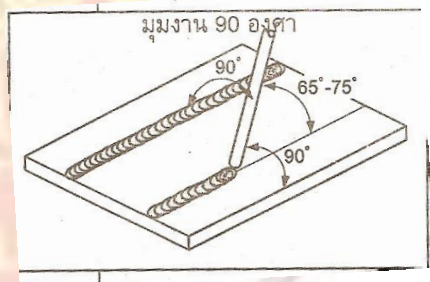
(ที่มา: นายอำพร โสภา : ๒๕๔๖ รูปที่ ๑.๑๙)

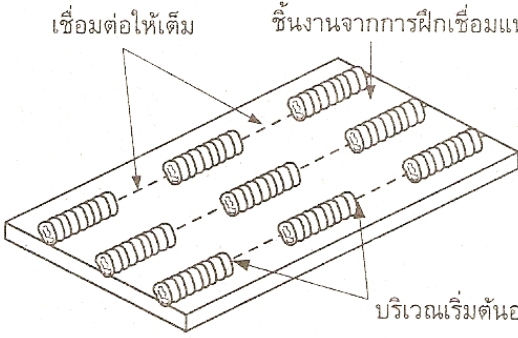
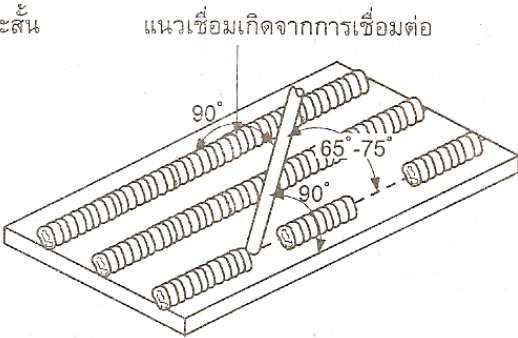
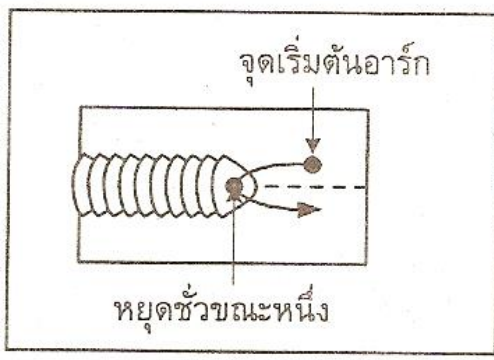
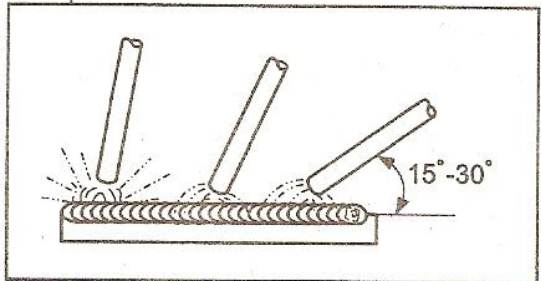


๘. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

๑. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

วิชา ความแข็งแรงของวัสดุ รหัส ๓๐๑๐๐-๑๐๑๕	เรื่อง ฝึกเริ่มต้นอาร์กและ เดินแนวเป็นช่วงสั้นๆ	จำนวน ชั่วโมง
ใบงานที่ ๑		ผู้สอน นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์
		ผู้เรียน

				
๓๐๐ Amp	๒.๖ มม.	เหล็ก St ๓๗	๑ ชั้น	๑๐๐x๑๐๐x๑๐มม.
หัวเชื่อม	ลวดเชื่อม	วัสดุ	จำนวน	ขนาดชิ้นงาน
เครื่องมือและอุปกรณ์		ลำดับขั้นตอนการทำงาน		เทคนิควิธี
๑. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า AC หรือ DC ๒. ค้อนเคาะสแลก ๓. คีมจับงานร้อน ๔. หน้ากากเชื่อม ๕. แปรงลวดทำความสะอาดแนวเชื่อม ๖. ถูมือหนัง ๗. เสื้อหนัง		๑. ตัดชิ้นงานให้ได้ขนาด ๒. ทำความสะอาดชิ้นงาน ๓. ร่างแบบโดยใช้เหล็กตอกนำศูนย์ตอกให้เป็นรอยตามเส้นร่างแบบ ๔. เริ่มต้นเชื่อมที่ขอบทางซ้ายมือของชิ้นงานโดยเว้นช่วงตามภาพ ๕. ทำความสะอาดชิ้นงาน ๖. ส่งตรวจ		๑. ผู้เริ่มฝึกเชื่อมควรใช้การเริ่มต้นอาร์กแบบขีด  ๒. ใช้มุมเดิน ๖๕-๗๕ องศา 
วิชา ความแข็งแรงของวัสดุ รหัส ๓๐๑๐๐-๑๐๑๕		เรื่อง ฝึกการต่อแนวเชื่อม		จำนวน ชั่วโมง
ใบงานที่ ๒		ผู้สอน นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์		ผู้เรียน

 				
๓๐๐ Amp	๒.๖ มม.	เหล็ก St ๓๗	๑ ชั้น	๑๐๐x๑๐๐x๑๐ มม.
หัวเชื่อม	ลวดเชื่อม	วัสดุ	จำนวน	ขนาดชิ้นงาน
เครื่องมือและอุปกรณ์		ลำดับขั้นการทำงาน		เทคนิควิธี
๑. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า AC หรือ DC ๒. ค้อนเคาะสแลก ๓. คีมจับงานร้อน ๔. หน้ากากเชื่อม ๕. แปรงลวดทำความสะอาดแนวเชื่อม ๖. ถุงมือหนัง ๗. เสื้อหนัง		๑. นำชิ้นงานที่ฝึกการเดินแนวระยะสั้นมาใช้ในการเชื่อมต่อแนวเชื่อม ๒. ทำความสะอาดชิ้นงาน ๓. ทำการเชื่อมต่อแนวเชื่อม ๔. ทำความสะอาดแนวเชื่อม ๕. ส่งชิ้นงาน		๑. เริ่มต้นอาร์กบริเวณรอยต่อ ๒. เริ่มเคลื่อนลวดเชื่อมเข้าบริเวณรอยต่อให้หยุดอยู่ชั่วขณะหนึ่งเพื่อให้แน่ใจว่าได้เติมเนื้อโลหะเพียงพอแล้ว  ๓. เมื่อสิ้นสุดการเชื่อมก่อนถอนลวดเชื่อมควรเอนลวดเชื่อมประมาณ ๑๕-๓๐ องศา จึงถอนลวดเชื่อมออก 

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

ชื่อ.....สกุล.....วันที่ปฏิบัติงาน...../...../.....

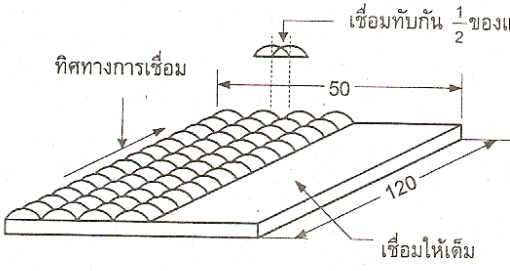
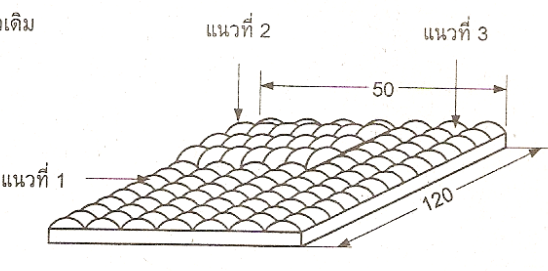
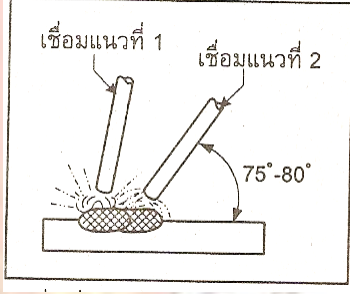
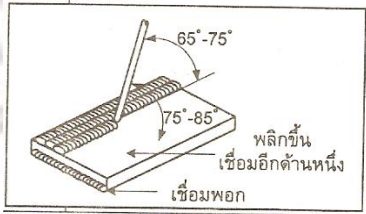
ระดับ ปวช.กลุ่ม.....แผนกช่าง.....
 ชื่องาน ฝึกการต่อแนวเชื่อม ตามใบงานที่.....หน่วยที่.....

รายการตรวจ	ระดับคะแนน			
	๒	๓	๕	คะแนนที่ได้ (เต็ม ๔๐ คะแนน)
	ปานกลาง	ค่อนข้างดี	ดี	
๑. กระแสไฟฟ้าที่ใช้สังเกตได้จากแนวเชื่อม				
๒. การหลอมละลายซึมลึก				
๓. การเริ่มต้นเชื่อม				
๔. ความเที่ยงตรงของแนวเชื่อม				
๕. ความหยาบละเอียดของเกล็ดแนวเชื่อม				
๖. ไม่มี Undercut				
๗. ไม่มี Overlap				
๘. คุณธรรมจริยธรรม - การตรงต่อเวลา				
รวม				

บันทึก

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ
 (นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์)
 วันที่...../...../.....

วิชา ความแข็งแรงของวัสดุ รหัส ๓๐๑๐๐-๑๐๑๕	เรื่อง ฝึกการเชื่อมพอกทับ แนวเดิม	จำนวน ชั่วโมง
ใบงานที่ ๓		ผู้สอน นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์
		ผู้เรียน

 				
๓๐๐ Amp	๒.๖ มม.	เหล็ก St ๓๗	๑ ชั้น	๑๐๐x๑๐๐x๑๐ มม.
หัวเชื่อม	ลวดเชื่อม	วัสดุ	จำนวน	ขนาดชิ้นงาน
เครื่องมือและอุปกรณ์		ลำดับขั้นตอนการทำงาน		เทคนิควิธี
๑. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า AC หรือ DC ๒. ค้อนเคาะสแลก ๓. คีมจับงานร้อน ๔. หน้ากากเชื่อม ๕. แปรงลวดทำความสะอาดแนวเชื่อม ๖. ถุงมือหนัง ๗. เสื้อหนัง		๑. ตัดชิ้นงานให้ได้ตามขนาด ๒. ทำความสะอาดชิ้นงาน ๓. ร่างแบบโดยใช้เหล็กตอกนำศูนย์ตอกให้เป็นรอยตามเส้นตรง ๔. ทำการเชื่อมแนวแรกที่ชอบของชิ้นงาน ๕. ทำความสะอาดแล้วเชื่อมแนวที่สองทับแนวแรก ๑/๒ เท่าของความกว้างแนวแรก ๖. ทำการเชื่อมทับจนกระทั่งเต็มหน้าจึงพลิกชิ้นงานทำการเชื่อมพอกอีกด้านหนึ่ง ๗. ได้ความหนาตามที่กำหนดแล้วทำความสะอาด ๘. ส่งตรวจ		๑. การเชื่อมทับแนวที่สองลวดเชื่อมทำมุมกับงาน ๗๕-๘๐ องศา  ๒. เมื่อเชื่อมเต็มผิวหน้าของงาน และเพื่อไม่ให้ชิ้นงานบิดงอควรพลิกชิ้นงานสลับเชื่อมอีกด้านหนึ่ง 

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

ชื่อ.....สกุล.....วันที่ปฏิบัติงาน...../...../.....
 ระดับ ปวช.กลุ่ม.....แผนกช่าง.....
 ชื่องาน การเชื่อมพอกทับแนวเดิม ตามใบงานที่.....หน่วยที่.....

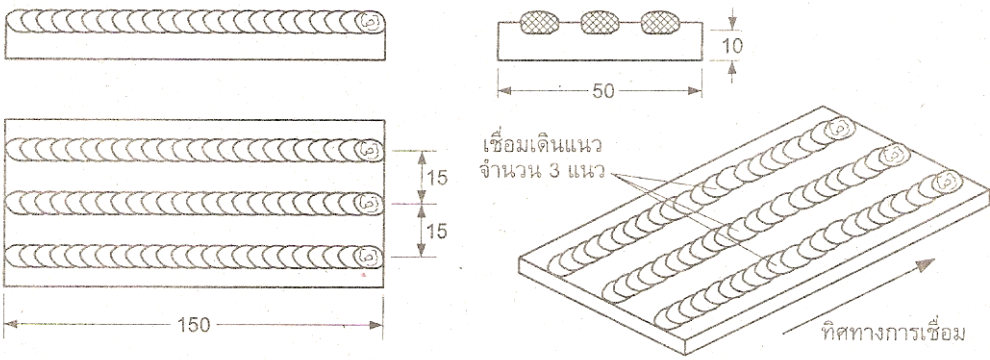
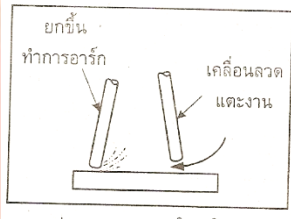
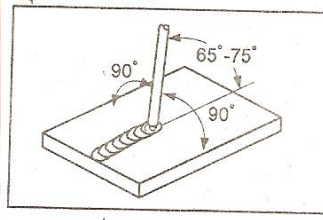
รายการตรวจ	ระดับคะแนน			
	๒	๓	๕	คะแนนที่ได้

	ปานกลาง	ค่อนข้างดี	ดี	(เต็ม ๔๐ คะแนน)
๑. กระแสไฟฟ้าที่ใช้สังเกตได้จากแนวเชื่อม				
๒. การหลอมละลายซึมลึก				
๓. การเริ่มต้นเชื่อม				
๔. ความเที่ยงตรงของแนวเชื่อม				
๕. ความหยาบละเอียดของเกล็ดแนวเชื่อม				
๖. ไม่มี Undercut				
๗. ไม่มี Overlap				
๘. คุณธรรมจริยธรรม - การตรงต่อเวลา				
รวม				

บันทึก

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ
 (นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์)
 วันที่...../...../.....

วิชา ความแข็งแรงของวัสดุ รหัส ๓๐๑๐๐-๑๐๑๕	เรื่อง การเชื่อมเดินแนว	จำนวน	ชั่วโมง
ใบงานที่ ๔		ผู้สอน นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์	
		ผู้เรียน	

				
๓๐๐ Amp	๒.๖ มม.	เหล็ก St ๓๗	๑ ชั้น	๑๐๐x๑๐๐x๑๐มม.
หัวเชื่อม	ลวดเชื่อม	วัสดุ	จำนวน	ขนาดชิ้นงาน
เครื่องมือและอุปกรณ์	ลำดับขั้นตอนการทำงาน		เทคนิควิธี	
๑. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า AC หรือ DC ๒. ค้อนเคาะสแลก ๓. คีมจับงานร้อน ๔. หน้ากากเชื่อม ๕. แปรงลวดทำความสะอาดแนวเชื่อม ๖. ถุงมือหนัง ๗. เสื้อหนัง	๑. ตัดชิ้นงานให้ได้ตามขนาด ๒. ทำความสะอาดชิ้นงาน ๓. ร่างแบบงานโดยใช้เหล็กตอกนำศูนย์ตอกให้เป็นรอยตามเส้นตรง ๔. ตรวจสอบการทำงานของเครื่องเชื่อม ๕. เริ่มต้นเชื่อมแนวแรกโดยเชื่อมจากทางซ้ายไปทางขวามือ ๖. เชื่อมแนวที่ ๒ และ ๓ ๗. ทำความสะอาดส่งตรวจ		๑. ใช้เทคนิคการเริ่มต้นอาร์กแบบจุ่มยกบริเวณขอบด้านซ้ายของงาน  ๒. ลวดเชื่อมมีมุมเดิน ๖๕-๗๕ องศา  ๓. สายลวดเชื่อมแบบ 	

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

ชื่อ.....สกุล.....วันที่ปฏิบัติงาน...../...../.....

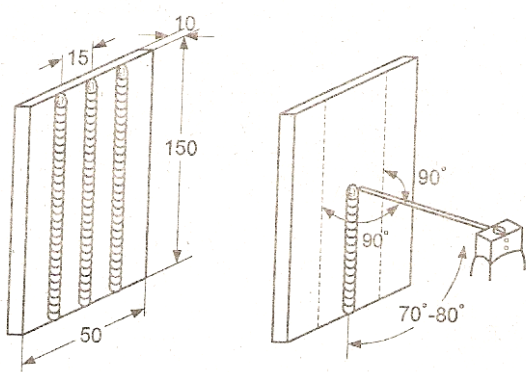
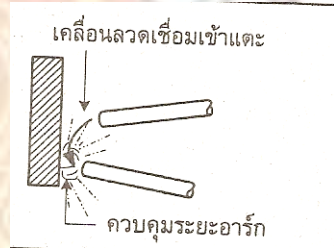
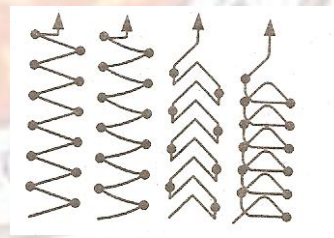
ระดับ ปวช.กลุ่ม.....แผนกช่าง.....
 ชื่องาน การเชื่อมแนวเดิมตามใบงานที่.....หน่วยที่.....

รายการตรวจ	ระดับคะแนน			
	๒	๓	๕	คะแนนที่ได้ (เต็ม ๔๐ คะแนน)
	ปานกลาง	ค่อนข้างดี	ดี	
๑. กระแสไฟฟ้าที่ใช้สังเกตได้จากแนวเชื่อม				
๒. การหลอมละลายซึมลึก				
๓. การเริ่มต้นเชื่อม				
๔. ความเที่ยงตรงของแนวเชื่อม				
๕. ความหยาบละเอียดของเกล็ดแนวเชื่อม				
๖. ไม่มี Undercut				
๗. ไม่มี Overlap				
๘. คุณธรรมจริยธรรม - การตรงต่อเวลา				
รวม				

บันทึก

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ
 (นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์)
 วันที่...../...../.....

วิชา ความแข็งแรงของวัสดุ รหัส ๓๐๑๐๐-๑๐๑๕	เรื่อง การเชื่อมเดินแนวทำ ตั้งเชื่อมขึ้น	จำนวน	ชั่วโมง
ใบงานที่ ๕		ผู้สอน	นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์
		ผู้เรียน	

				
๓๐๐ Amp	๒.๖ มม.	เหล็ก St ๓๗	๑ ชั้น	๑๐๐x๑๐๐x๑๐มม.
หัวเชื่อม	ลวดเชื่อม	วัสดุ	จำนวน	ขนาดชิ้นงาน
เครื่องมือและอุปกรณ์		ลำดับขั้นตอนการทำงาน		เทคนิควิธี
๑. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า AC หรือ DC ๒. ค้อนเคาะสแลก ๓. คีมจับงานร้อน ๔. หน้ากากเชื่อม ๕. แปรงลวดทำความสะอาดแนวเชื่อม ๖. ถุงมือหนัง ๗. เสื้อหนัง ๘. เสาค้ำและชุดจับงานในการเชื่อมทำถัง		๑. ตัดชิ้นงานให้ได้ตามขนาด ๒. ทำความสะอาดชิ้นงาน ๓. ร่างแบบงานโดยใช้เหล็กตอกนำศูนย์ตอกให้เป็นรอยตามเส้นตรง ๔. ตรวจสอบเครื่องเชื่อม ๕. เริ่มต้นเชื่อมแนวแรกที่ขอบงานด้านล่างขึ้นไปยังขอบด้านบน ๖. เชื่อมแนวที่ ๒ และแนวที่ ๓ ๗. ทำความสะอาดแนวเชื่อม ๘. ส่งตรวจ		๑. ควรใช้เทคนิคการเริ่มต้นอาร์คแบบแตะยก  ๒. ควรสายลวดเชื่อมดังภาพข้างล่างนี้ แต่ขณะเชื่อมควรหยุดบริเวณขอบของแนวเชื่อมชั่วขณะหนึ่งทำเช่นนี้ตลอดการเชื่อม 

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

ชื่อ.....สกุล.....วันที่ปฏิบัติงาน...../...../.....
 ระดับ ปวช.กลุ่ม.....แผนกช่าง.....
 ชื่องาน การเชื่อมแนวทำถังเชื่อมขึ้น.....ตามใบงานที่.....หน่วยที่.....

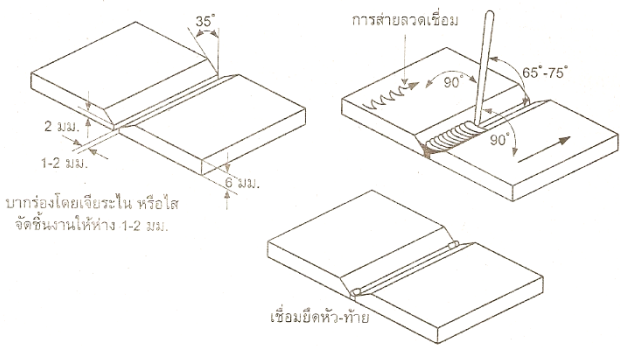
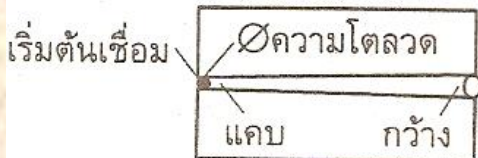
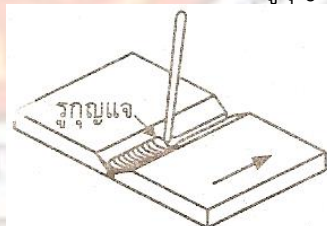
รายการตรวจ	ระดับคะแนน			
	๒	๓	๕	คะแนนที่ได้ (เต็ม ๔๐ คะแนน)
	ปานกลาง	ค่อนข้างดี	ดี	
๑. กระแสไฟฟ้าที่ใช้สังเกตได้จากแนวเชื่อม				
๒. การหลอมละลายซึมลึก				
๓. การเริ่มต้นเชื่อม				
๔. ความเที่ยงตรงของแนวเชื่อม				
๕. ความหยาบละเอียดของเกล็ดแนวเชื่อม				
๖. ไม่มี Undercut				
๗. ไม่มี Overlap				
๘. คุณธรรมจริยธรรม - การตรงต่อเวลา				
รวม				

บันทึก ก

.....

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ
(นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์)
วันที่...../...../.....

วิชา ความแข็งแรงของวัสดุ รหัส ๓๐๑๐๐-๑๐๑๕	เรื่อง การเชื่อมต่อชนทำ ราบ	จำนวน ชั่วโมง
		ผู้สอน นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์
		ผู้เรียน
ใบงานที่ ๖		

 35° 2 มม. 1-2 มม. 6 มม. บากร่องโดยเจียร์ไน หรือไส จัดชิ้นงานให้ห่าง 1-2 มม. การสายลวดเชื่อม 90° 65°-75° 90° เชื่อมยึดหัว-ท้าย				
๓๐๐ Amp	๒.๖ มม.	เหล็ก St ๓๗	๑ ชั้น	๑๐๐x๑๐๐x๑๐ มม.
หัวเชื่อม	ลวดเชื่อม	วัสดุ	จำนวน	ขนาดชิ้นงาน
เครื่องมือและอุปกรณ์		ลำดับขั้นตอนการทำงาน		เทคนิควิธี
๑. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า AC หรือ DC ๒. ค้อนเคาะสแลก ๓. คีมจับงานร้อน ๔. หน้ากากเชื่อม ๕. แปรงลวดทำความสะอาดแนวเชื่อม ๖. ถุงมือหนัง ๗. เสื้อหนัง		๑. ตัดชิ้นงานตามขนาดจำนวน ๒ ชิ้น ๒. ทำความสะอาดชิ้นงาน ๓. บากหน้างานแบบ Single-V ๔. ทำการเชื่อมยึด (Tack) ชิ้นงานทั้งสองชิ้น ๕. เริ่มต้นอาร์กและเชื่อมจากทางซ้ายไปทางขวา ๖. ทำความสะอาดแนวเชื่อม ๗. ส่งตรวจ		๑. ขณะทำการเชื่อมยึดต้องเพื่อการขยายตัวของโลหะ โดยให้ด้านสิ้นสุดการเชื่อมกว้างกว่าด้านเริ่มต้นเชื่อม  ๒. เพื่อให้เกิดการซึมลึก ขณะเชื่อมควรสร้างบ่อหลอมละลายให้เป็นรูกุญแจ (Key Hole) 

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

ชื่อ.....สกุล.....วันที่ปฏิบัติงาน...../...../.....
 ระดับ ปวช.กลุ่ม.....แผนกช่าง.....
 ชื่องาน การเชื่อมแนวทำตั้งเชื่อมขึ้น.....ตามใบงานที่.....หน่วยที่.....

รายการตรวจ	ระดับคะแนน
------------	------------

	๒	๓	๕	คะแนนที่ได้ (เต็ม ๕๐ คะแนน)
	ปานกลาง	ค่อนข้างดี	ดี	
๑. กระแสไฟฟ้าที่ใช้สังเกตได้จากแนวเชื่อม				
๒. การหลอมละลายซึมลึก				
๓. การเริ่มต้นเชื่อม				
๔. ความเที่ยงตรงของแนวเชื่อม				
๕. ความหยาบละเอียดของเกล็ดแนวเชื่อม				
๖. ไม่มี Undercut				
๗. ไม่มี Overlap				
๘. คุณธรรมจริยธรรม - การตรงต่อเวลา				
รวม				

บันทึก

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ
 (นายอภิวัฒน์ อนุรักษ์)
 วันที่...../...../.....

