



# งานเชื่อมและโลหะแผ่น

Welding and Sheet Metal

ณรงค์ มากชม

127.-



# งานเชื่อมและโลหะแผ่น (Welding and Sheet Metal)

รหัสวิชา 30100-0007

รายวิชาปรับปรุงพื้นฐานวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม  
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563  
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ



เรียบเรียงโดย  
**ณรงค์ มากชม**

# งานเชื่อมและโลหะแผ่น (Welding and Sheet Metal)

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

ณรงค์ มากชม.

งานเชื่อมและโลหะแผ่น.--กรุงเทพฯ : วังอักษร, 2563.

156 หน้า.

1. งานเชื่อม. 2. โลหะแผ่น -- การเชื่อม I. ชื่อเรื่อง.

671.52

ISBN 978-616-495-151-8

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดย...



บริษัทวังอักษร จำกัด

69/3 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

Tel. 0-2472-3293-5 Fax 0-2891-0742 Mobile 08-8585-1521

<http://www.wangaksorn.com> e-Mail : [wangaksorn9@gmail.com](mailto:wangaksorn9@gmail.com)

Facebook : สำนักพิมพ์ วังอักษร ID Line : @wangaksorn



พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2563

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537

โดยบริษัทวังอักษร จำกัด ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้

ไปทำซ้ำ ตัดแปลงหรือเผยแพร่ต่อสาธารณชน ไม่ว่ารูปแบบใด ๆ

นอกจากได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากทางบริษัทฯ เท่านั้น

ชื่อและเครื่องหมายการค้าอื่น ๆ ที่อ้างอิงในหนังสือฉบับนี้

เป็นสิทธิโดยชอบด้วยกฎหมายของเจ้าของแต่ละราย

โดยบริษัทวังอักษร จำกัด มิได้อ้างความเป็นเจ้าของแต่อย่างใด

# งานเชื่อมและโลหะแผ่น (Welding and Sheet Metal) รหัสวิชา 30100-0007



## จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจหลักการเบื้องต้นในงานเชื่อมและโลหะแผ่น
2. สามารถเขียนแบบแผ่นคลี่ในงานโลหะแผ่น เชื่อมอาร์กถวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ เชื่อมแก๊ส แล่นประสานบัดกรีอ่อนและประกอบชิ้นงานโลหะแผ่น
3. มีเจตคติที่ดีในการปฏิบัติงานอย่างประณีตเรียบร้อย มีระเบียบวินัย อดทน มีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความรอบคอบปลอดภัย



## สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการเบื้องต้นในงานเชื่อมและโลหะแผ่น
2. เขียนแบบแผ่นคลี่ ประกอบงานโลหะแผ่นตามแบบที่กำหนด
3. เชื่อมอาร์กถวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ เชื่อมแก๊ส และแล่นประสานแผ่นเหล็กกล้าตามหลักการ



## คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการเชื่อมอาร์กถวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ การเชื่อมแผ่นเหล็กกล้า การเริ่มต้นอาร์ก การเชื่อมเดินแนว ทำราบ การเชื่อมรอยต่อชนทำราบ การเชื่อมรอยต่อเกยทำระดับ หลักการเชื่อมแก๊ส การประกอบชุดเชื่อมแก๊ส การปรับเปลวไฟ การสร้างบ่อหลอมเหลว การเชื่อมต่อมุม การเชื่อมต่อขอบ การเชื่อมเดินแนวทำราบเติมลวด การแล่นประสานรอยต่อเกย การเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย การเข้าขอบ การเข้าตะเข็บ การประกอบชิ้นงานโลหะแผ่น การบัดกรีอ่อน

# คำนำ

**วิชาการเชื่อมและโลหะแผ่น รหัสวิชา 30100-0007** จัดอยู่ในรายวิชาปรับปรุงพื้นฐานวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ ผู้เขียนได้บริหารสาระการเรียนรู้ แบ่งเป็น 8 บทเรียน ได้จัดแผนการจัดการเรียนรู้/แผนการสอนที่มุ่งเน้นฐานสมรรถนะ (Competency Based) และการบูรณาการ (Integrated) ตรงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา คำอธิบายรายวิชา ในแต่ละบทเรียนมุ่งให้ความสำคัญส่วนที่เป็นความรู้ ทฤษฎีหลักการ กระบวนการ ตัวอย่าง แบบฝึกปฏิบัติ และคำถามเพื่อทบทวนเพื่อฝึกทักษะประสบการณ์ เร่งพัฒนาบทบาทของผู้เรียนเป็นผู้จัดการแสวงหาความรู้ (Explorer) เป็นผู้สอนตนเองได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ และบทบาทของผู้สอนเปลี่ยนจากผู้ให้ความรู้ มาเป็นผู้จัดการชี้แนะ (Teacher Roles) จัดสิ่งแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อความสนใจเรียนรู้ และเป็นผู้ร่วมเรียนรู้ (Co-investigator) จัดห้องเรียนเป็นสถานที่ทำงานร่วมกัน (Learning Context) จัดกลุ่มเรียนรู้ให้รู้จักทำงานร่วมกัน (Grouping) ฝึกความใจกว้าง มุ่งสร้างสรรค์คนรุ่นใหม่ สอนความสามารถที่นำไปทำงานได้ (Competency) สอนความรัก ความเมตตา (Compassion) ความเชื่อมั่น ความซื่อสัตย์ (Trust) ความเป็นผู้มีจิตสาธารณะ (Public Mind) เป้าหมายอาชีพอันยังประโยชน์ (Productive Career) และชีวิตที่มีศักดิ์ศรี (Noble Life) เหนือสิ่งอื่นใด เป็นคนดีทั้งกาย วาจา ใจ มีคุณธรรม จรรยาบรรณทางธุรกิจและวิชาชีพ

ส่งเสริมสนับสนุนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคุณวุฒิวิชาชีพ (Vocational Qualification System) สอดคล้องตามมาตรฐานอาชีพ (Occupational Standard) สร้างภูมิคุ้มกัน เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ กำลังแรงงาน การพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานระดับชาติ (National Benchmarking) และการวิเคราะห์หน้าที่การงาน (Functional Analysis) เพื่อให้เกิดผลสำเร็จในภาคธุรกิจ อุตสาหกรรม ทุกสาขาอาชีพ เพื่อเตรียมความพร้อมของผู้เรียนเข้าสู่สนามการแข่งขันในประชาคมอาเซียน

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ผู้สอน ผู้ประสพวิชาความรู้ เอกสาร หนังสือที่ใช้ประกอบในการเรียบเรียงไว้ ณ โอกาสนี้

**ณรงค์ มากชม**

# สารบัญ



## บทที่ 1 วิธีการเชื่อมและการตัดโลหะ

1

วิธีการเชื่อม

2

วิธีการตัดโลหะ

4

แผนภูมิแสดงการแบ่งประเภทของวิธีการเชื่อม

5

แผนภูมิแสดงการแบ่งประเภทของวิธีการตัดโลหะ

6

แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ

7



## บทที่ 2 กรรมวิธีการเชื่อมแบบต่าง ๆ

10

การเชื่อมก๊าซ

11

การเชื่อมไฟฟ้าแบบอาร์คด้วยลวดเชื่อมชนิดสารพอกหุ้ม

13

การเชื่อมมิก (MIG : การเชื่อมที่ใช้ก๊าซปกคลุมแนวเชื่อม)

14

การเชื่อมทิก (TIG : Tungsten Inert Gaswelding)

15

การเชื่อมไฟฟ้าแบบอาร์คใต้ฟลักซ์ (Submerge Arc Welding)

16

การเชื่อมก๊าซแบบพลาสมา

18

การเชื่อมสป็อต (Spot Welding)

19

การเชื่อมแฟลช (Flash Welding)

20

การเชื่อมแบบอัปเดต (Upset Welding)

21

การเชื่อมแบบโปรเจคชั่น (Projection Welding)

22

การเชื่อมแบบเทอร์มิก (Thermit Welding)

23

แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ

25



### **บทที่ 3 ทฤษฎีการเชื่อมโลหะด้วยก๊าซ**

**31**

การเชื่อมโลหะด้วยก๊าซ	32
อุปกรณ์ในการเชื่อมก๊าซ	33
อุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมก๊าซ	34
ลวดเชื่อมก๊าซ	45
ฟลักซ์สำหรับลวดเชื่อมก๊าซ	45
เทคนิคการเชื่อมก๊าซ	46
การตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยก๊าซ	52
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	57



### **บทที่ 4 ทฤษฎีการเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า**

**61**

การเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า	62
หลักการเชื่อมไฟฟ้าแบบอาร์คด้วยลวดเชื่อมชนิดสารพอกหุ้ม	63
กระแสไฟเชื่อม	63
อุปกรณ์ในการเชื่อมไฟฟ้า	64
ลวดเชื่อมไฟฟ้า	70
เทคนิคการเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า	73
ความปลอดภัยในการเชื่อมไฟฟ้า	75
ความสามารถของช่างเชื่อมไฟฟ้า	76
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	77



### **บทที่ 5 งานบัดกรีแข็ง**

**81**

การเป่าแผ่น (Brazing)	82
ข้อดี - ข้อเสียของการเป่าแผ่น	83
การบัดกรีแข็ง (Brazing)	83
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	86



## **บทที่ 6 งานโลหะแผ่นขั้นพื้นฐาน**

**89**

ความปลอดภัยในงานโลหะแผ่น	90
ความปลอดภัยในการใช้เครื่องกล	91
โลหะแผ่นในงานอุตสาหกรรม	92
เครื่องมือวัดในงานโลหะแผ่น	94
เครื่องมือร่างแบบในงานโลหะแผ่น	95
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	97



## **บทที่ 7 หลักการเขียนแบบแผ่นคลี่**

**100**

หลักการเขียนแบบแผ่นคลี่	101
ข้อปฏิบัติในการเขียนแบบแผ่นคลี่บนโลหะแผ่นเพื่อป้องกันการสูญเสียวัสดุ	101
การเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย	102
การเขียนแบบแผ่นคลี่วิธีเส้นขนาน	102
การเขียนแบบแผ่นคลี่วิธีเส้นรัศมี	104
การเขียนแบบแผ่นคลี่วิธีเส้นรูปสามเหลี่ยม	106
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	109



## **บทที่ 8 การประกอบขึ้นรูปโลหะแผ่น**

**112**

การตัดโลหะแผ่น	113
เครื่องมือเคาะและขึ้นรูป	117
เครื่องมือจับยึดและเครื่องมืออื่น ๆ	122
เครื่องจักรที่ใช้ในงานโลหะแผ่น	124
ตะเข็บและขอบงาน (Edges and Seams)	128
การย้ำหมุด (Riveting)	132
การบัดกรีอ่อน (Soft Soldering)	134
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	136



## **ใบบงาน**

**140**

ใบบงานที่ 1	การใช้เครื่องเชื่อมก๊าซชั้นพื้นฐาน	141
ใบบงานที่ 2	การเชื่อมต่อชนทำราบ	144
ใบบงานที่ 3	การเชื่อมต่อเกยทำนอน	147
ใบบงานที่ 4	การเชื่อมต่อแบบตัวที่ทำตั้ง	150
ใบบงานที่ 5	การเชื่อมไฟฟ้าชั้นพื้นฐาน	153
ใบบงานที่ 6	การเชื่อมไฟฟ้าโดยเดินแนวเชื่อมสันนูนทำราบ	156
ใบบงานที่ 7	การเชื่อมไฟฟ้าแนวเชื่อมแบบร่องบากต่อชนทำราบ	159
ใบบงานที่ 8	การเชื่อมไฟฟ้าแนวเชื่อมแบบฟิลเล็ทต่อแบบตัวที่ทำตั้งเชื่อมลง	162
ใบบงานที่ 9	การเชื่อมไฟฟ้าแนวเชื่อมแบบฟิลเล็ทต่อแบบตัวที่ทำตั้งเชื่อมขึ้น	165
ใบบงานที่ 10	การตัดตรงด้วยกรรไกร	168
ใบบงานที่ 11	การตัดโค้งด้วยกรรไกร	171
ใบบงานที่ 12	ตะเข็บและขอบงาน	174
ใบบงานที่ 13	การขึ้นรูปงานโลหะแผ่นทรงเหลี่ยม	179
ใบบงานที่ 14	งานรูปทรงกระบอก	183



## **คำถามเพื่อการทบทวน**

**187**



## **คำศัพท์**

**191**



## **บรรณานุกรม**

**195**





# 1

## วิธีการเชื่อม และการตัดโลหะ

---

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)

หลังจากศึกษาจบบทเรียนนี้แล้ว นักศึกษาจะมีความสามารถดังนี้

(After studying this chapter, you will be able to)

1. ทราบว่าการเชื่อมสามารถประยุกต์ใช้กับงานอะไรได้บ้าง
2. อธิบายความหมายของการเชื่อมได้
3. อธิบายการแยกประเภทของการเชื่อมได้



# บทที่ 1

## วิธีการเชื่อมและการตัดโลหะ

### บทนำ

มนุษย์ได้รู้จักกรรมวิธีการเชื่อมมาเป็นเวลานานแล้วตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์ การเชื่อมเป็นเทคนิคที่ใช้วัสดุ 2 ชนิดขึ้นไปติดกัน เช่น การเชื่อมระหว่างเหล็กกับเหล็ก ไยโลหะผสมกับทองแดง เป็นต้น การเชื่อมเป็นความรู้พื้นฐานของเทคนิคและวิศวกรที่นำไปประยุกต์ใช้กับงานทางด้านช่าง และวิศวกรรมมากมาย เช่น การต่อเรือ การสร้างสะพานโครงเหล็ก การสร้างอาคารโครงเหล็ก ถังรับแรงดัน ถังบรรจุน้ำมันเชื้อเพลิง ท่อส่งน้ำ ท่อส่งน้ำมัน ท่อส่งลมอัด เครื่องจักรกล ตู้คอนเทนเนอร์ ตู้โดยสารรถไฟ รถมอเตอร์ไซด์ รถยนต์ เครื่องบิน นอกจากนี้ยังนำไปใช้ในการซ่อมบำรุง เช่น การเชื่อมพอกกรางรถไฟ การเชื่อมพอกแม่พิมพ์ การเชื่อมในการซ่อมต่อท่อไอเสียยานพาหนะต่าง ๆ

ความหมายของการเชื่อม ตามคำจำกัดความของมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย หมายความว่า การทำให้ประสานติดกันของโลหะทางโลหะวิทยาหรือการเกิดโลหะผสมภายใต้สภาพการหลอมละลายที่รอยต่อ

### วิธีการเชื่อม

วิธีการเชื่อม แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ ๆ ตามตารางที่ 1 ดังนี้ คือ

#### 1. การเชื่อมโดยอาศัยพลังงานไฟฟ้า

##### 1.1 การเชื่อมอาร์ค

##### 1.1.1 การเชื่อมแบบสั่นเปลืองอิเล็กโทรด

##### ก. การเชื่อมอาร์คแบบใช้ก๊าซปกคลุมแนวเชื่อม

- ลวดเชื่อมแข็ง
- การเชื่อมมิก

- การเชื่อมใช้ก๊าซเฉื่อยผสมปกคลุม
  - การเชื่อม CO<sub>2</sub> ปกคลุม
  - ลวดเชื่อมมีแกนปลั๊กตรงกลาง
  - ข. การเชื่อมแบบไม่ใช้ก๊าซปกคลุม
  - ค. การเชื่อมแบบใช้ลวดเชื่อมชนิดสารพอกหุ้ม
  - ง. การเชื่อมอาร์คใต้ฟลักซ์
- 1.1.2 การเชื่อมแบบไม่ลื่นเปลืองอิเล็กทรอนิกส์
- ก. การเชื่อมทิก
  - ข. การเชื่อมแบบพลาสมา
- 1.2 การเชื่อมโดยลำแสงอิเล็กทรอนิกส์
- 1.3 การเชื่อมโดยลำแสงเลเซอร์
- 1.4 การเชื่อมโดยลำแสงโฟโต้
- 1.5 การเชื่อมความถี่สูง
- 1.6 การเชื่อมแบบความต้านทานไฟฟ้า
- 1.6.1 การเชื่อมลักษณะต่อเกย
- ก. การเชื่อมสป๊อท
  - ข. การเชื่อมแบบตะเข็บ
  - ค. การเชื่อมแบบโปรเจคชั่น
- 1.6.2 การเชื่อมลักษณะต่อชน
- ก. การเชื่อมแบบอัพเซ็ท
  - ข. การเชื่อมแบบแฟลชีช
  - ค. การเชื่อมแบบต่อชนมีตะเข็บ
2. การเชื่อมโดยใช้แรงเชิงกล
- 2.1 การเชื่อมโดยใช้แรงเสียดทาน
- 2.2 การเชื่อมโดยใช้แรงกด
- 2.2.1 ที่อุณหภูมิสูง
- 2.2.2 ที่อุณหภูมิต่ำ
- 2.3 การเชื่อมโดยใช้คลื่นเสียง
- 2.4 การเชื่อมโดยอาศัยการระเบิด
3. การเชื่อมโดยอาศัยปฏิกิริยาทางเคมี
- 3.1 การเชื่อมก๊าซ
- 3.2 การเชื่อมแบบเทอร์มิต

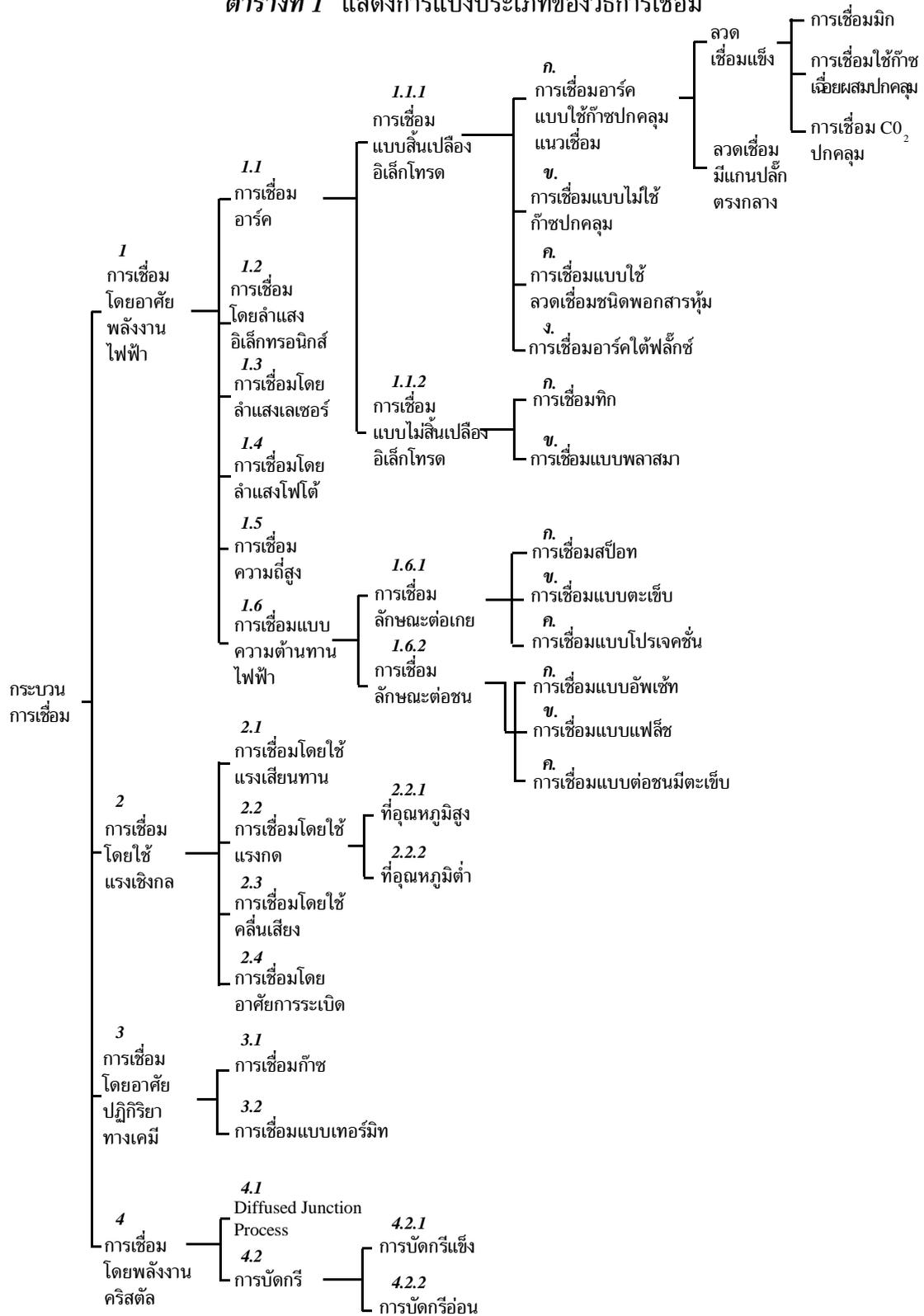
4. การเชื่อมโดยพลังงานคริสตัล
  - 4.1 Diffused Junction Process
  - 4.2 การบัดกรี
    - 4.2.1 การบัดกรีแข็ง
    - 4.2.2 การบัดกรีอ่อน

## วิธีการตัดโลหะ

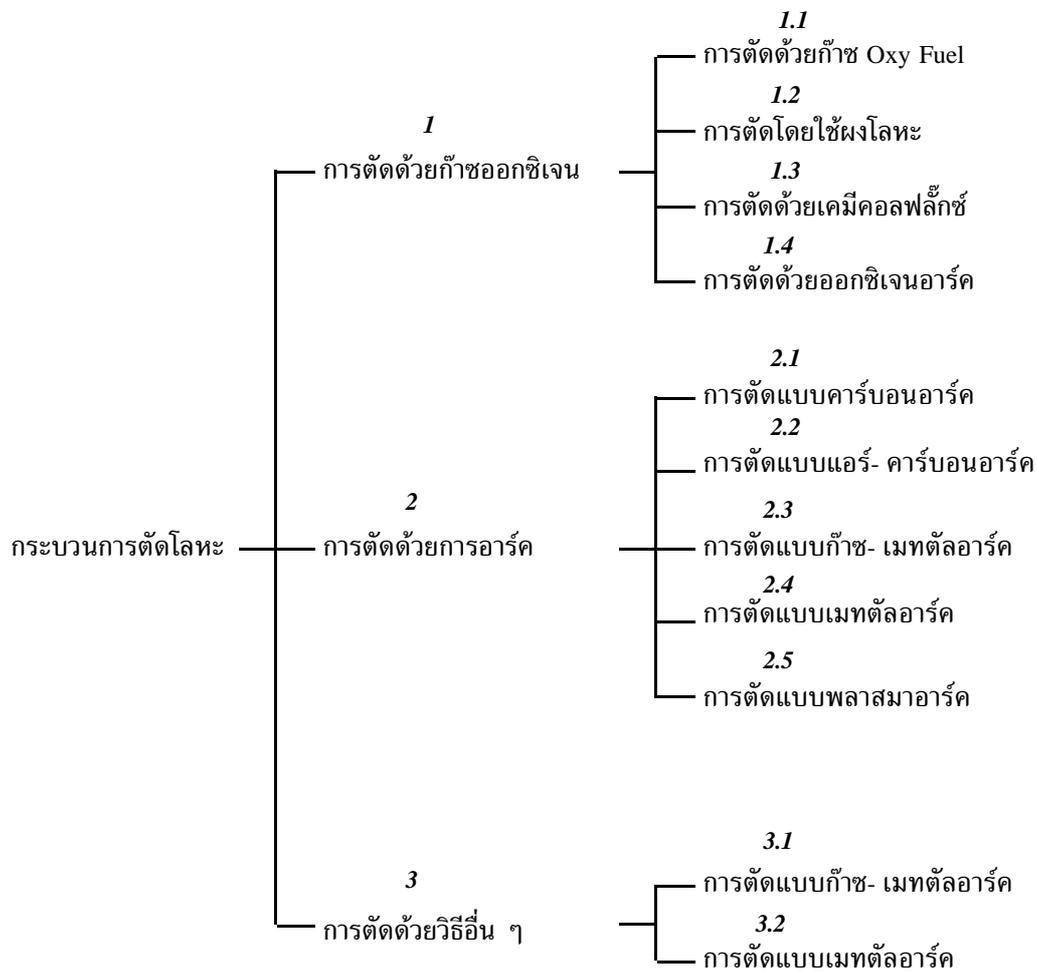
วิธีการตัดโลหะ ซึ่งมีกระบวนการคล้ายการเชื่อม สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี ตามตารางที่ 2 ดังนี้

1. การตัดด้วยก๊าซออกซิเจน
  - 1.1 การตัดด้วยก๊าซ Oxy Fuel
  - 1.2 การตัดโดยใช้ผงโลหะ
  - 1.3 การตัดด้วยเคมีคอลฟลักซ์
  - 1.4 การตัดด้วยออกซิเจนอาร์ค
2. การตัดด้วยการอาร์ค
  - 2.1 การตัดแบบคาร์บอนอาร์ค
  - 2.2 การตัดแบบแอร์-คาร์บอนอาร์ค
  - 2.3 การตัดแบบก๊าซ-เมทัลอาร์ค
  - 2.4 การตัดแบบเมทัลอาร์ค
  - 2.5 การตัดแบบพลาสมาอาร์ค
3. การตัดด้วยวิธีอื่น ๆ
  - 3.1 การตัดแบบก๊าซ-เมทัลอาร์ค
  - 3.2 การตัดแบบเมทัลอาร์ค

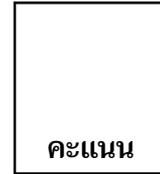
ตารางที่ 1 แสดงการแบ่งประเภทของวิธีการเชื่อม



ตารางที่ 2 แสดงการแบ่งประเภทของวิธีการตัดโลหะ



แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ  
บทที่ 1 วิธีการเชื่อมและการตัดโลหะ



ชื่อ.....สกุล.....ห้อง.....เลขที่.....อาจารย์ผู้สอน.....

ตอนที่ 1 อธิบาย

1. มนุษย์รู้จักกรรมวิธีการเชื่อมมาตั้งแต่สมัยใด

.....  
.....  
.....

2. ความหมายของคำว่า การเชื่อม หมายถึง

.....  
.....  
.....

3. การเชื่อมมีมากมายหลายวิธี สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

.....  
.....  
.....

4. การเชื่อมโดยอาศัยพลังงานไฟฟ้าแบ่งเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

.....  
.....  
.....

5. การเชื่อมโดยอาศัยใช้แรงเชิงกลแบ่งเป็น 4 ประเภท ได้แก่อะไรบ้าง

.....  
.....  
.....

6. กระบวนการตัดโลหะแบ่งเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

.....  
.....  
.....

7. การตัดด้วยก๊าซออกซิเจนทำได้โดยวิธีใดบ้าง

.....  
.....  
.....

8. การตัดด้วยการอาร์ค ประกอบด้วยวิธีใดบ้าง

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**ตอนที่ 2 อธิบายคำศัพท์**

1. Welding

.....  
.....

2. Arc Welding

.....  
.....

3. Gas Welding

.....  
.....

4. Electrode

.....  
.....

5. Mig Welding

.....  
.....

6. Submerge Arc Welding

.....  
.....