บทที่ 2
งานโลหะ

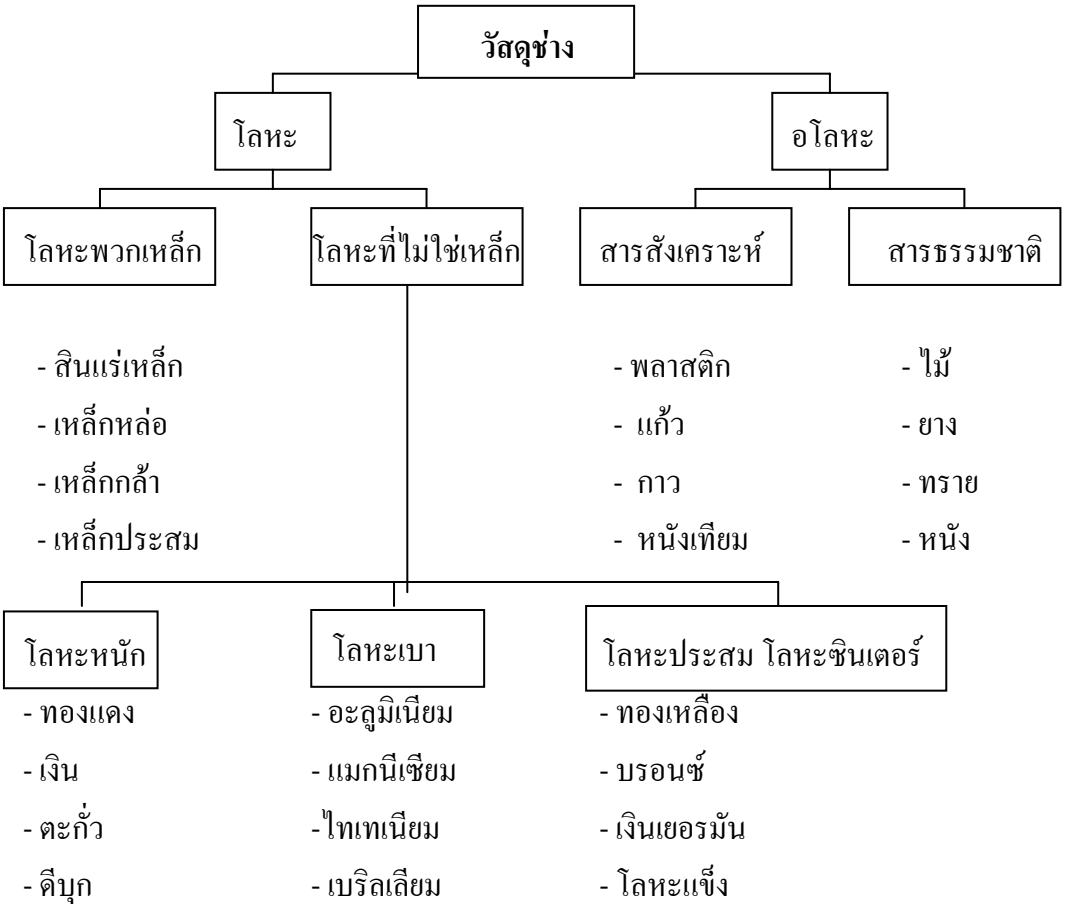
2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวัสดุช่าง

วัสดุที่ใช้ในงานโลหะ หมายถึงโลหะที่มีรูปร่างต่างๆซึ่งมีลักษณะและคุณสมบัติแตกต่างกันออกไปตามชนิดของโลหะนั้นๆ ซึ่งช่างโลหะจะต้องรู้ถึงลักษณะ คุณสมบัติของโลหะเหล่านั้นเพื่อจะรู้ถึงวิธีใช้ การเก็บรักษาให้ถูกต้อง วัสดุที่ใช้ในงานโลหะแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. วัสดุใช้งาน คือวัสดุที่ใช้งานจริงๆ การผลิตได้รูปแบบตามวัตถุประสงค์ในการใช้งานหรือเป็นวัสดุที่ให้เนื้องานจริงๆ

2. **วัสดุช่วยงาน** คือวัสดุที่ทำให้วัสดุงาน ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยช่วยในกระบวนการผลิต เมื่อสิ้นสุดกระบวนการแล้ว ชิ้นงานนั้นๆจะไม่ปรากฏมีวัสดุช่วยงานอยู่เลย วัสดุช่วยงานได้แก่ น้ำมัน น้ำมันหล่อลื่น ถ่านหินที่ใช้ในการถลุงเหล็ก ทรายที่ใช้ในการทำแบบหล่อ เป็นต้น

ในวงการอุตสาหกรรม ได้แบ่งวัสดุช่างออกเป็น 2 ชนิดคือ



2.2 คุณสมบัติของโลหะและอโลหะ

นักวิชาการในวงการอุตสาหกรรม ได้จำแนกคุณสมบัติของโลหะและอโลหะไว้เป็นแนวทางดังนี้

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของโลหะและอโลหะ

คุณสมบัติของโลหะ	คุณสมบัติของอโลหะ
1. นำความร้อนและนำไฟฟ้าได้ดี	1. นำความร้อนและไฟฟ้าไม่ดี
2. เคาะดูจะมีเสียงดังกังวาน	2. เคาะไม่มีเสียงดัง
3. ทนต่อการทุบตีหรือตีขึ้นรูปได้ดี	3. ไม่ทนต่อหารทุบตีหรือขึ้นรูปไม่ดี
4. ผิวขัดเป็นมันวาว	4. ผิวหยาบไม่มันวาว
5. จุดหลอมเหลวสูง	5. จุดหลอมเหลวต่ำ
6. คงทน ผุพังยาก	6. เสื่อมสลายผุพังง่าย
7. มีความถ่วงจำเพาะสูง	7. มีความถ่วงจำเพาะต่ำ
8. ในสภาวะปกติเป็นของแข็ง(ยกเว้นปรอท)	8. ที่อุณหภูมิปกติมีทั้ง 3 สถานะ

2.2.1 โลหะ คือวัสดุที่ได้จากการถลุงจากสินแร่ต่างๆที่เกิดโดยธรรมชาติ มีการจัดเรียงอะตอมเป็นระเบียบกว่าอโลหะ โลหะยังแบ่งออกเป็น

2.2.1.1 โลหะที่เป็นเหล็ก (Ferrous Metal) โลหะจำพวกเหล็กมีอยู่หลายชนิด ซึ่งมีคุณภาพและลักษณะแตกต่างกันออกไปตามลักษณะงานที่ใช้ มีทั้งแบบหล่อสำเร็จรูป และชนิดที่นำมาทำเป็นรูปร่างทีหลัง เช่น กระบอกสูบ เหล็กเส้น เหล็กแผ่น และเหล็กผสม เป็นต้น

โลหะจำพวกเหล็ก เป็นวัสดุที่สำคัญที่สุด เราสามารถทำเหล็กให้เป็นชิ้นส่วนต่างๆด้วยการหล่อ ตี กลึง ฯลฯ เหล็กมีที่ใช้มากและเป็นโลหะที่มีราคาถูกกว่าโลหะอื่นๆ เครื่องมือเครื่องใช้ตลอดจนเครื่องจักรกลและเครื่องทุ่นแรงต่างๆ ส่วนมากทำจากเหล็ก เหล็กเหล่านี้มีคุณภาพแตกต่างกันตามชนิดของมัน ซึ่งพอจะแยกโลหะจำพวกเหล็กออกได้ดังนี้

เหล็กเหนียว ลักษณะของเหล็กเหนียวนี้สามารถตีให้เป็นรูปต่างๆได้ ผิวเรียบ ละเอียด สีน้ำเงินปนเทา

เหล็กหล่อ เป็นเหล็กที่เปราะไม่สามารถตีให้เป็นรูปต่างๆได้ ผิวหยาบ สีเทาหรือเทาคล้ำ

2.2.1.2 โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก (Non ferrous metal) มีทั้งชนิดหนักและเบา ชนิดหนักได้แก่ บรอนซ์ ดีบุก สังกะสี ทองแดง ทองเหลือง และโลหะผสม โลหะชนิดเบาได้แก่ อลูมิเนียม ไฮโดรนาเลียม โลหะผสมแมกนีเซียม ฯลฯ การแบ่งโลหะหนักหรือโลหะเบายึดถือความหนาแน่นเป็นเกณฑ์ ถ้าความหนาแน่นมากกว่า 4 ก.ก./ดม.^{3} ถือว่าเป็นโลหะหนัก เช่น ทองแดง

สังกะสี ดีบุก ตะกั่ว ส่วนโลหะเบาจะมีความหนาแน่นน้อยกว่า 4 ก.ก./ดม.^{3} เช่น อะลูมิเนียม แมกนีเซียม ไทเทเนียม

2.2.2 อโลหะ คือวัสดุที่ได้จากธรรมชาติ หรือได้จากการสังเคราะห์ขึ้นมา เช่น พลาสติก ปูนซีเมนต์ แก้ว ไม้ ยาง น้ำมัน มีคุณสมบัติต่างจากโลหะ การเรียงตัวของอะตอมไม่เป็นระเบียบ วัสดุพวกนี้บางชนิดมีอยู่ในธรรมชาติน้อย ราคาจึงแพงกว่าเหล็ก อโลหะสามารถแยกออกได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่

- วัสดุสังเคราะห์ เช่น แก้ว พลาสติก กระเบื้อง ผ้า กระดาษ เป็นต้น
- วัสดุธรรมชาติ เช่น ไม้ หนังสัตว์ ยาง ใยหิน เป็นต้น

2.3 วัสดุใช้งานและขนาดที่ผลิตจำหน่ายในท้องตลาด

วัสดุใช้งานแบ่งออกได้เป็น วัสดุกึ่งสำเร็จ และ วัสดุสำเร็จ

2.3.1 วัสดุกึ่งสำเร็จ ได้แก่วัสดุที่เป็นแท่งโลหะ แผ่นโลหะ ท่อโลหะ เส้นโลหะ วัสดุจำพวกนี้จะต้องผ่านมือช่างโลหะทำออกให้เป็นชิ้นส่วนต่างๆ จึงเรียกว่า "วัสดุกึ่งสำเร็จ" วัสดุเหล่านี้ทำขึ้นจากการรีด ดึง หรืออัด แล้วนำมาดัดแปลงทำเป็นรูปร่างตามต้องการ

2.3.2 วัสดุสำเร็จ ได้แก่วัสดุที่ผลิตออกมาสำเร็จรูปแล้ว สามารถนำมาประกอบชิ้นส่วนต่างๆได้โดยไม่ต้องดัดแปลง เพราะสามารถนำมาใช้ได้ทันที เช่น ตะปูเกลียว สลักหมุดย้ำ ฯลฯ ถ้าวัสดุเหล่านี้ทำขึ้นตามมาตรฐาน เราเรียกว่า **ส่วนมาตรฐาน**

ขนาดที่ผลิตจำหน่ายในท้องตลาด ผู้ใช้จะต้องรู้ว่า ทั้งวัสดุกึ่งสำเร็จและวัสดุสำเร็จที่มีจำหน่ายในท้องตลาดนั้น มีขนาดอย่างไร ควรรู้เป็นพื้นฐานบ้างเพื่อความสะดวกในการซื้อและการทำงาน ตลอดทั้งการคำนวณงานให้ถูกต้องเวลาจัดซื้อของ เพื่อไม่ให้เหลือเป็นเศษเหล็กมากเกินไป หากคำนวณผิดพลาดเพราะไม่รู้ขนาดของโลหะที่จำหน่ายในท้องตลาด จะทำให้เสียเงินโดยไม่จำเป็น ในชั้นนี้ควรรู้ขนาดของโลหะโดยสังเขปดังนี้

วัสดุกึ่งสำเร็จ

เหล็กเส้น ส่วนมากมีความยาวประมาณ 10 เมตร

เหล็กขนาดใหญ่ ส่วนมากมีความยาว 6 เมตร

เหล็กแผ่น มีขนาด 3x6 ฟุต และ 4x8 ฟุต ส่วนความหนามีหลายขนาดขึ้นอยู่กับชนิดงานที่จะใช้

วัสดุสำเร็จ

มีหลายขนาดซึ่งเป็นมาตรฐานสากล ผู้ใช้เลือกใช้ตามความต้องการ มีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด เช่น ตะปู หมุดย้ำ ขนาดต่างๆ

ชนิดของโลหะแผ่นที่ใช้กันอยู่ทั่วไป มี

1. เหล็กแผ่น (Sheet steel)
2. สังกะสีแผ่น (Galvanized sheet)
3. ดีบุกแผ่น (Tin plate)
4. ทองแดงแผ่น (Sheet copper)
5. ทองเหลืองแผ่น (Sheet Brass ,Cu+Zn)
6. อลูมินั่มแผ่น (Sheet Aluminium)

เหล็กแผ่น

เหล็กแผ่นที่ขายในท้องตลาดมีมากมายหลายชนิด และหนาบางต่างๆกัน ส่วนผสมของเหล็กแผ่นนั้น นอกจากธาตุเหล็กเป็นส่วนใหญ่แล้ว ยังมีสารจำพวกถ่าน เช่น แมงกานีส กำมะถัน ซิลิกอน และอื่นๆผสมเจือปนอยู่เป็นส่วนน้อย ความจริงแล้วเหล็กสามารถผสมกับธาตุอื่นได้หลายอย่าง ซึ่งส่วนผสมนั้นเรียกว่า **เหล็กกล้า (steel)** ทั้งนั้น ธาตุที่มักนำมาผสมกับเหล็กเพื่อให้ได้เหล็กกล้าก็มี ถ่าน โครเมียม ทองแดง วานาเดียม แมงกานีส โมลิบดินัม ซิลิกอน ทังสะเตน นิเกิ้ล และอื่นๆอีกมาก เช่น เหล็กกล้าชนิดไม่เกิดสนิม (Stainless steel) ก็มีส่วนผสมของโครเมียม 18 % และเนื้อเหล็ก 74 % เป็นต้น เหล็กกล้าทุกชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกันสุดแล้วแต่ว่าเหล็กจะผสมกับธาตุอะไร เช่น

ก. ถ่าน (Carbon) ธาตุนี้เมื่อผสมกับเหล็กจะทำให้คุณสมบัติของส่วนผสมแข็งขึ้น เหล็กยิ่งมีถ่านผสมอยู่มากก็จะยิ่งแข็งมากและเชื่อมให้ติดกันได้ยากด้วย เหล็กจะรับแรงดึงได้มากขึ้นเมื่อ มีถ่านผสมอยู่ถึง 0.85 เปอร์เซ็นต์

ข. โครเมียม (Chromium) เมื่อเหล็กผสมกับโครเมียมจะทำให้ส่วนผสมแข็งขึ้น เหนียวขึ้น และมีความต้านทานต่อการเกิดสนิมได้มากขึ้น ซึ่งเป็นมูลฐานของการผลิตเหล็กไม่เกิดสนิม

ค. ทองแดง (Copper) เมื่อทองแดงเข้าไปผสมอยู่ในเหล็กจะทำให้เหล็กมีความทนทานต่อการผุพังเนื่องจากดินฟ้าอากาศได้ดี ถ้าผสมอยู่น้อยจะไม่ทำให้เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางการรับกำลังเลย และไม่กระทบกระเทือนถึงการเชื่อมด้วยแก๊สหรือไฟฟ้าเลย แต่ทว่าผิวของโลหะจะไม่ค่อยเรียบ ขัดก็มักลำบาก

ง. แมงกานีส (Manganese) โลหะนี้จะช่วยให้เหล็กมีความแข็ง เหนียว และรับกำลังได้มาก แต่มีผลน้อยกว่าธาตุถ่าน และยิ่งมีอยู่ในเหล็กมากก็ยิ่งแข็งมาก แต่ผิวของเหล็กกล้าชนิดนี้มีผิวดี ขัดมันง่าย ดังนั้น เหล็กกล้าที่มีถ่านผสมอยู่ เขาจึงมักผสมแมงกานีสเข้าไปด้วยเพื่อให้ได้ผิวดี และช่วยให้ถ่านผสมกับเหล็กได้ดีด้วย แต่ถ้าแมงกานีสอยู่ในเหล็กมากจะทำให้เชื่อมได้ยาก

จ. โมลิบดินัม (Molybdenum) ธาตุนี้ก็เช่นเดียวกัน ช่วยให้เหล็กมีคุณสมบัติแข็งและเหนียว

ฉ. นิเกิ้ล (Nickel) ธาตุนี้ช่วยเพิ่มกำลังให้เหล็กและทำให้เหล็กเหนียว ยืดหยุ่นและทำให้เกิดสนิมยาก

ช. ฟอสฟอรัส (Phosphorus) ช่วยเพิ่มกำลังความแข็งและทนทานต่อบรรยากาศได้ดี

ซ. ซิลิกอน (Silicon) ธาตุนี้เป็นตัวป้องกันไม่ให้เกิดออกซิเดชั่น (Oxidation) เวลาทำหรือถลุงเหล็กกล้า นอกจากนี้ยังทำให้เหล็กมีคุณสมบัติแข็งขึ้นด้วย แต่ธาตุนี้จะทำให้ผิวของโลหะไม่เรียบร้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเหล็กกล้าที่มีถ่านผสมอยู่ด้วย

ฌ. กำมะถัน (Sulfur) กำมะถันนี้ เมื่อผสมอยู่ในเนื้อเหล็กแล้ว จะลดทั้งความแข็งแรงและความเหนียวของเหล็ก จะทำให้เชื่อมยากและผิวไม่ดีด้วย แต่ทำให้เหล็กนั้นกลึงง่าย ตัดง่ายขึ้น

ญ. ทังสะเตน (Tungsten) เมื่อผสมอยู่ในเหล็ก จะเพิ่มความแข็งให้เหล็กและทนทานต่อความร้อนได้ดี เพราะธาตุทังสะเตนนี้มีจุดหลอมตัวสูงที่สุดในบรรดาโลหะด้วยกัน เนื้อเหล็กที่มีธาตุนี้ผสมอยู่จะมีเนื้อละเอียด เหล็กกล้าชนิดนี้มักใช้ทำเครื่องมือเป็นส่วนใหญ่

ฎ. วานาเดียม (Vanadium) ธาตุนี้เมื่อผสมกับเหล็ก จะทำให้เนื้อเหล็กละเอียด รับแรงได้มาก เหนียว ทนทานต่อการสึกหรอและเกิดสนิมได้ยาก ถ้าผสมธาตุโครเมียมเข้าไปอีกจะยิ่งเพิ่มความเหนียวและรับแรงได้อีกมาก

2.4 ลักษณะสำคัญของโลหะวัสดุช่าง

ลักษณะสำคัญๆของโลหะวัสดุช่าง มีอยู่ด้วยกันหลายลักษณะ เช่น

2.4.1 ผิว ผิวของโลหะแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน เช่น

เหล็กกล้า ผิวเรียบ เม็ดเกรนละเอียด สีเทา เคาะมีเสียงดังกังวาน

เหล็กหล่อ ผิวหยาบ เม็ดเกรนโต หยาบ มีสีดำ ขรุขระ

2.4.2 ลักษณะการเลือกวัสดุมาใช้งาน

2.4.2.1 ความหนาแน่น น้ำหนักของวัสดุช่างแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ต้องเลือกวัสดุมาใช้ให้เหมาะสมกับงาน ต้องดูว่างานลักษณะใดต้องใช้โลหะเบา

2.4.2.2 ความแข็งของผิว มีความสำคัญต่อการนำไปใช้งาน ผิวที่แข็งมากจะสึกหรอยาก มีความต้านทานต่อการถูกเจาะได้ดี

2.4.2.3 ความเปราะ เป็นคุณสมบัติที่ไม่พึงประสงค์ เพราะถ้านำมาใช้งาน ถ้าบังเอิญถูกทุบหรือกระแทกแรงๆอาจแตกหักได้ ช่างจึงต้องหลีกเลี่ยงคุณสมบัติข้อนี้

2.4.2.4 ความสามารถในการอัดรีดขึ้นรูป เป็นคุณสมบัติพิเศษของโลหะซึ่งสะดวกต่อการทำงาน สามารถทำให้เป็นรูปร่างต่างๆได้ตามต้องการและเหมาะสมกับการใช้งาน

2.4.2.5 ความแกร่งและความยืดหยุ่นตัว คุณสมบัติข้อนี้เมื่อถูกดึงจะยืดตัวออกและภายในเนื้อเหล็กจะเกิดความเครียดขึ้น ชิ้นงานก็ยังคงตัวอยู่ได้ ถ้าชิ้นงานมีความแข็งแรงมากก็จะยืดตัวได้โดยไม่ขาด

2.4.3 ส่วนผสมในโลหะวัสดุช่าง โลหะที่บริสุทธิ์นั้น บางครั้งเวลานำไปใช้ก็อาจจะไม่แข็งแรง หรืออาจจะเกิดการกัดกร่อนสึกหรอได้ จึงต้องนำโลหะอื่นมาผสมเพื่อให้เหมาะแก่การใช้งาน เพื่อให้เกิดความแข็งแรง ทนต่อการกัดกร่อน ทนต่ออุณหภูมิสูง ฯลฯ

2.5 การวางผัง การขีด และการวัด

2.5.1 การวางผัง หมายถึง การกำหนดหรือการวางโครงงานที่จะทำให้งานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ โดยมีเป้าหมายหรือมีกำหนดกฎเกณฑ์ เป็นต้นว่าการปลูกบ้าน ก่อนอื่นจะต้องมีการวางผังหรือตีผังเสียก่อน เพื่อทราบอาณาบริเวณของบ้าน ต้องวัดขนาดเพื่อให้การวางผังนั้นเป็นไปอย่างถูกต้องและสะดวกต่อไป การทำงานทุกอย่างต้องมีการวางผังหรือแผนงานกันทั้งนั้น ในงานโลหะก็เช่นเดียวกัน การวางผังชิ้นงานเป็นสิ่งสำคัญหากการวางผังผิดพลาดก็จะทำให้เสียงาน

ดังนั้น กางวางผังหรือการกำหนดขนาดต่างๆลงไปบนชิ้นงาน จึงนับว่าเป็นหัวใจของการทำงานอันดับแรกในการทำงานเกี่ยวกับโลหะ การกะหรือการทำเครื่องหมายไว้บนชิ้นงาน การถ่ายทอดต่างๆลงบนโลหะ จะด้วยวิธีตอกหรือขีดก็ต้องอาศัยการวางผังทั้งสิ้น

2.5.2 การวัด คือ การหาระยะหรือขนาดเพื่อต้องการทราบหน่วยของงาน การวัดอาจทำได้หลายวิธี เช่น การวัดความสูง ความกว้าง ความยาว ล้วนแล้วแต่เป็นการหาระยะหรือขนาดทั้งสิ้น ส่วนหน่วยของการวัดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดหรือลักษณะของงานนั้นๆ เช่น เซนติเมตร เมตร นิ้ว ฟุต หลา ไมล์ กรัม และกิโลกรัม เป็นต้น

การวัดนับว่าเป็นการเริ่มต้นของงานอีกอย่างหนึ่ง ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือวัดเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เครื่องมือวัดมีมากมายหลายอย่าง ที่สำคัญและจำเป็นที่ต้องใช้ในงานโลหะมีดังนี้

1. บรรทัดหรือฟุตเหล็ก (Steel Rule or Steel Scale)
2. ฉากเหล็ก (Steel Square)
3. ตลับเมตรหรือบรรทัดยาว (Steel Scale or Long Steel Rule)
4. เวอร์เนีย (Vernia)
5. วัดนอก (Outside Caliper)

6. วัดใน (Inside Caliper)

7. บรรทัดฉาก (Flat Steel Square)

2.5.3 การขีด คือการถ่ายทอดขนาดต่างๆจากแบบงาน (Project) จากชิ้นงาน หรือจากสิ่งที่กำหนดให้การขีดเส้นลงบนชิ้นงานหรือวัสดุที่จะต้องตกแต่งนั้น ผู้ที่จะทำงานขีดเส้นต้องมีความรู้ในการอ่านแบบและการวัดพอสมควร ต้องรู้จักการอ่านขนาดหรือสเกล

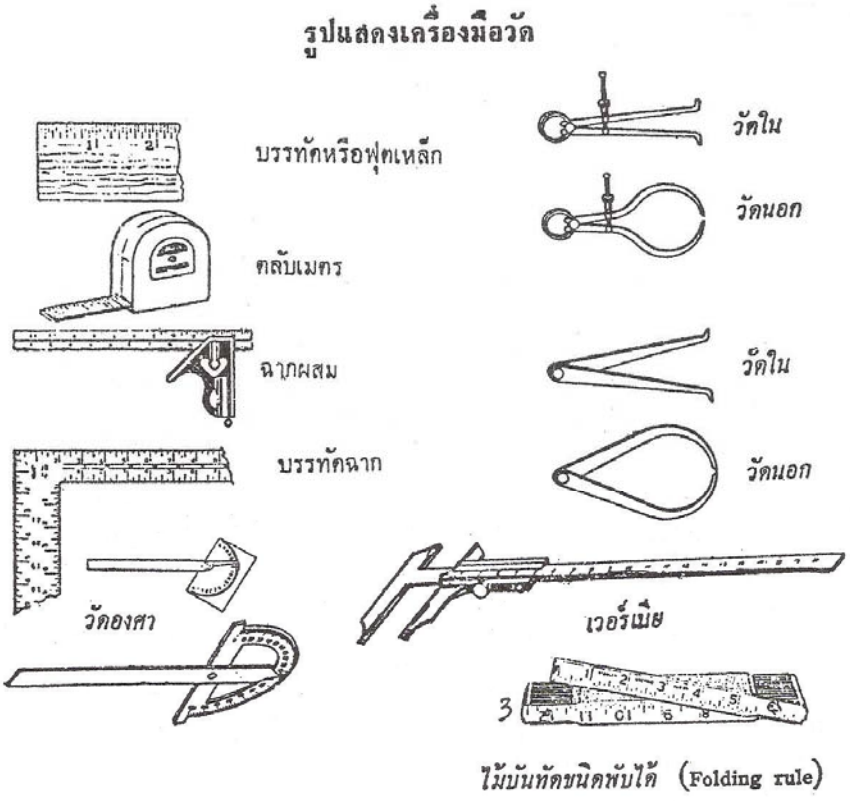
ประเภทของเหล็กขีด

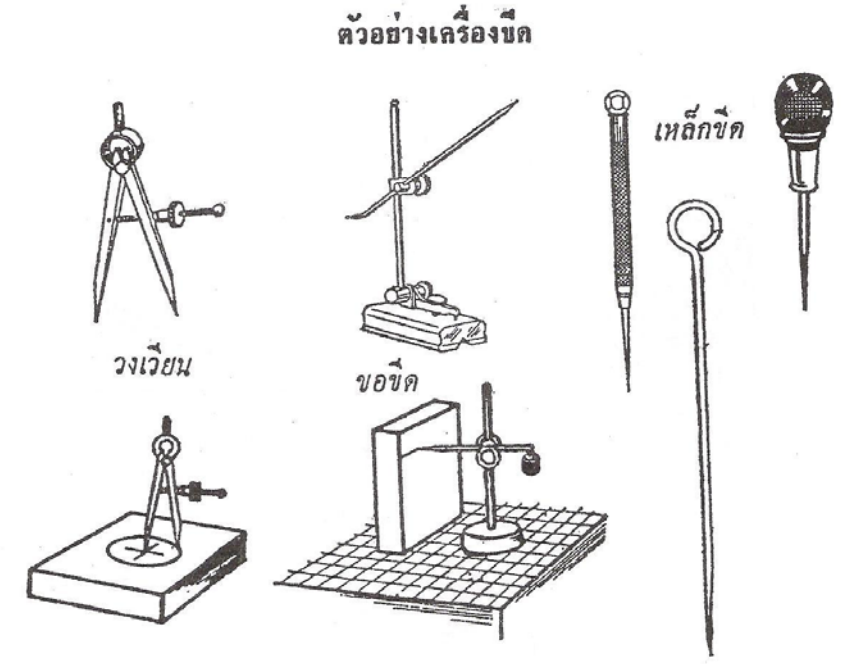
1. เหล็กขีด เป็นเหล็กปลายแหลม สำหรับขีดวัสดุที่แข็ง นอกจากนี้ยังมีเหล็กขีดแบบทองเหลืองปลายแหลม สำหรับขีดบนวัสดุที่ล่อนหรือบนวัสดุที่ไม่ต้องการให้ผิวหน้ามีรอยขูดขีด งานขีดอาจใช้ดินสอก็ได้

2. เหล็กขีดขนาน สำหรับขีดชิ้นงานให้ขนานกัน ต้องการให้ผิวเรียบ

3 .วงเวียน ใช้สำหรับขีดวงกลมและส่วนโค้งของวงกลม สำหรับถ่ายทอดขนาดจากแบบหรือชิ้นส่วน

ประโยชน์ของการขีด เพื่อสร้างชิ้นงานให้ได้ขนาดที่ถูกต้องตามที่ต้องการ ทำให้สามารถประหยัดวัสดุในการสร้างและควบคุมขนาดได้





ภาพที่ 2.1 แสดงเครื่องมือวัดและเครื่องมือขีดในงานโลหะ

ที่มา : ชาลี ลัทธิ และคณะ , 2527

2.6 การบัดกรี

การบัดกรีเป็นการต่อโลหะเข้าด้วยกัน ทำได้เร็ว ราคาถูก และทำได้ง่าย ดังนั้นงานบัดกรีนี้ ถ้าทำในโรงงานอุตสาหกรรมแล้วมักเป็นงานของผู้หญิงมากกว่าผู้ชาย แต่ถึงแม้ว่างานบัดกรีจะเป็นงานที่ง่าย แต่อาจจะมีสาเหตุที่ทำให้ไม่ประสบผลสำเร็จได้ เช่น เครื่องมือเครื่องใช้ไม่เพียงพอ ความร้อนมากไป น้อยไป ใช้น้ำประสานผิดชนิด ส่วนที่จะบัดกรีสกปรก มีน้ำมันหรือสนิมเกาะอยู่ เป็นต้น

2.6.1 เครื่องมือเครื่องใช้ที่จำเป็นในการบัดกรี มีดังนี้

2.6.1.1 ตะกั่วบัดกรี ที่เราเรียกตะกั่วบัดกรี หรือ Solder นั้น ความจริงไม่ใช่ตะกั่วบริสุทธิ์ เป็นโลหะผสมระหว่างตะกั่วกับดีบุก ดีบุกอย่างเดียวก็ใช้บัดกรีได้เหมือนกัน เพราะดีบุกมีคุณสมบัติที่สามารถหลอมตัวได้ที่อุณหภูมิ 450 ° F และอุณหภูมินั้นดีบุกก็สามารถเข้าเป็นโลหะผสมกับโลหะอื่นๆอีกหลายชนิด ทำให้โลหะเหล่านั้นเชื่อมประสานติดกันได้ ในการนี้น้ำประสานหรือ Flux จะช่วยให้เกิดปฏิกริยาดังกล่าว

แต่เป็นที่น่าประหลาดเมื่อนำเอาตะกั่วซึ่งมีจุดหลอมตัวที่ 620° F มาผสมกับดีบุกซึ่งมีจุดหลอมตัวที่ 450 ° F แล้ว โลหะผสมนั้นจะมีจุดหลอมตัวต่ำลงอย่างมาก เป็นต้นว่า ถ้าใช้ดีบุก 36 ส่วนผสมกับตะกั่ว 37 ส่วนโดยน้ำหนักแล้ว จุดหลอมตัวจะลดลงเหลือเพียง 361 ° F เท่านั้น และอุณหภูมินี้ก็เป็นอุณหภูมิต่ำสุดของจุดหลอมตัวของโลหะผสมระหว่างตะกั่วกับดีบุก อัตราส่วนผสมอื่นๆ มีจุดหลอมตัวสูงกว่านี้ทั้งนั้น

ตะกั่วและดีบุกนั้น เราจะผสมกันในอัตราส่วนเท่าใดก็ได้ แต่จะใช้ได้ดีหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับอัตราส่วนที่ผสม ตะกั่วบัดกรีที่ขายในท้องตลาดส่วนมากมีส่วนผสมดังนี้

1. อย่างดี คือชนิด 60/40 (ดีบุก/ตะกั่ว) ชนิดนี้ราคาแพงแต่ใช้ได้ดีมาก เพราะอุณหภูมิ ของการหลอมตัวต่ำ คือราวๆ 370 ° F เท่านั้น
2. อย่างกลาง คือชนิด 50/50 ใช้ได้ดี มีจุดหลอมตัวที่อุณหภูมิ 414 ° F
3. อย่างเลว คือชนิด 40/60 พอใช้ได้ ชนิดนี้จะเริ่มอ่อนตัวเมื่ออุณหภูมิ 360 ° F และเริ่มไหลที่อุณหภูมิ 460 ° F

ตะกั่วบัดกรีที่กล่าวมานี้ ถ้าสังเกตจากลักษณะของสีก็พอจะบอกได้ว่าอย่างไหนชนิดดีชนิดเลว คือ ถ้าเป็นชนิดดีจะมีสีขาวเป็นมัน อย่างกลางขาวเหมือนกันแต่ไม่ค่อยมัน ส่วนอย่างเลวนั้นสีดำด้านๆ ถ้าเอามือถูจะปรากฏว่ามีสนิมของตะกั่วสีดำๆติดมือออกมา เพราะว่าชนิดเลวนั้นมีตะกั่วผสมอยู่มาก

ด้วยเหตุที่อย่างเลวมีตะกั่วผสมอยู่มากและมีจุดหลอมละลายสูง และมีระยะของจุดหลอมตัวกว้างมาก คือที่ 360 ° F เริ่มอ่อนตัว แล้วยังบัดกรีไม่ได้ จะบัดกรีได้ดีที่อุณหภูมิ 460 ° F ดังนั้น ผู้ที่

เริ่มเรียนบัดกรีจึงไม่ควรใช้อย่างเลว เพราะบางครั้งเมื่อเห็นตะกั่วเริ่มละลายกทำการบัดกรีทันที ผลก็คือบัดกรีไม่ติดบ้าง ติดแล้วไม่แน่นไม่แข็งแรงบ้าง ดังนั้น เมื่อเริมหัดจึงควรใช้อย่างดีเสียก่อน เพราะอย่างดีมีระยะจุดหลอมละลายแคบ คือเริ่มอ่อนตัวที่ 360° F และไหลที่ 370° F เป็นต้น

2.6.1.2 หัวแร้งบัดกรี (Soldering Copper or Iron) หัวแร้งที่ใช้บัดกรีมีหลายชนิด หลายขนาดต่างๆกันด้วย และลักษณะรูปร่างก็มีหลายแบบแล้วแต่ว่าจะใช้ในงานบัดกรีอะไร หัวแร้งที่ทำด้วยทองแดงนั้นดีกว่าที่ทำด้วยเหล็ก และราคาก็แพงกว่าด้วย แต่ชนิดที่ทำด้วยเหล็กก็ใช้ได้ดีเหมือนกันและราคาถูกกว่าด้วย ดังนั้นจะใช้ชนิดใดก็ได้ ควรจะเลือกรูปร่างและขนาดของหัวแร้งให้เหมาะสมกับงานที่จะใช้ก็แล้วกัน

การเผาหัวแร้ง ความร้อนที่เราใช้เผาหัวแร้งนั้นได้มาจากหลายแหล่ง เช่น เตาน้ำมัน เตาถ่าน เตาแก๊ส และไฟฟ้า เช่นหัวแร้งไฟฟ้าเป็นต้น ถ้าใช้เตาน้ำมันหรือเตาถ่านสำหรับเผาหัวแร้งแล้วต้องคอยระวังให้อย่าให้หัวแร้งร้อนจนแดง เพราะจะทำให้หัวแร้งเสียได้ ยิ่งเป็นหัวแร้งชนิดที่ทำด้วยทองแดงแล้ว ต้องระวังให้มาก

การเตรียมหัวแร้งเพื่อการบัดกรี ให้ทำเป็นขั้นๆ ดังนี้

1. หัวแร้งที่สกปรกเช่นมีสนิมเกาะหรือมีตะกั่วเก่าๆเกาะอยู่ ต้องใช้ตะไบชนิดละเอียดถูออกเสียก่อน
2. เผาให้ร้อนพอสมควรให้สามารถละลายตะกั่วได้
3. ตะไบหัวแร้งอีกครั้งถ้าจำเป็น
4. เอาหัวแร้งจุ่มลงในน้ำยาแอมโมเนียมคลอไรด์ภายหลังที่เผาหัวแร้งจนร้อนได้ที่แล้ว
5. เอาตะกั่วทาที่ปลายหัวแร้งเล็กน้อย แต่ก่อนที่จะเอาหัวแร้งนี้บัดกรีรอยต่อ ต้องเอาน้ำยาประสานหรือ Flux ทาตรงบริเวณที่จะบัดกรีเสียก่อนแล้วจึงทำการบัดกรี

2.6.1.3 น้ำยาประสาน (Flux) เป็นสารเคมีที่มีคุณสมบัติที่สามารถทำให้รอยที่จะบัดกรีนั้นสะอาด และช่วยให้ตะกั่วบัดกรีทำปฏิกริยาทางเคมีกับโลหะที่เราจะบัดกรีต่อกันนั้น ทำให้เกิดเป็นสารผสมประสานติดกันแน่น (ตะกั่วบางชนิดมีน้ำประสานผสมติดมาในตัวด้วยแล้ว เช่น ตะกั่วบัดกรีที่ใช้ในงานบัดกรีทางไฟฟ้า วิทยุ ที่มีขายเป็นขดม้วนๆลักษณะคล้ายฟิวส์ไฟฟ้า)

ชนิดของน้ำประสาน

1. น้ำประสานยางสน (Rasin Flux) เป็นน้ำประสานที่ไม่ทำให้เกิดสนิม ไม่กัดโลหะ และไม่เป็นตัวนำไฟฟ้าหลังจากบัดกรีแล้ว จึงเป็นน้ำประสานที่เหมาะแก่งานจำพวกเครื่องไฟฟ้า วิทยุ โทรทัศน์ และงานละเอียดอื่นๆ น้ำประสานชนิดนี้มีขายเป็นก้อน เป็นผง และใช้ผสมกับแอลกอฮอล์แล้วใช้ก็ได้

2. น้ำประสานสังกะสีคลอไรด์ (Zinc Chloride Flux) น้ำประสานชนิดนี้แรงกว่า ชนิดยางสน และใช้กันมากกว่าชนิดยางสน จัดเป็นจำพวกน้ำประสานกรด เพราะทำจากน้ำกรดเกลืออย่างแรง โดยเอาสังกะสีละลายเข้าไป วิธีทำก็คือ เอากรดเกลืออย่างเข้มข้นมาแล้วเอาสังกะสีบริสุทธิ์ใส่เข้าไปเรื่อยๆ ขณะใส่ครั้งแรกจะปรากฏว่ามีแกสไฮโดรเจนเกิดขึ้นมาก (ระวังอย่าเข้าใกล้และหายใจเอาแกสนี้เข้าไปเพราะมีอันตราย) แต่ปฏิกริยาเคมีนี้จะค่อยๆลดลงเมื่อใส่สังกะสีเพิ่มเข้าไปเรื่อยๆ จนไม่มีปฏิกริยาเกิดขึ้น แล้วเอาน้ำสะอาดเติมเข้าไปเท่าตัว ก็ใช้เป็นน้ำประสานบัดกรีได้ น้ำประสานสังกะสีคลอไรด์นี้ ให้โลหะที่เราบัดกรีเกิดสนิมได้ง่ายเพราะมันกัดโลหะและเป็นตัวนำไฟฟ้าด้วย ดังนั้น เวลาบัดกรีเสร็จแล้วต้องล้างรอยบัดกรีด้วยน้ำยาหรือน้ำให้สะอาด น้ำประสานชนิดนี้เหมาะสำหรับงานบัดกรีจำพวกกระป๋อง เหล็กแผ่น สังกะสีแผ่น ทองแดง ทองเหลือง และนิเกิ้ล

3. น้ำประสานสำเร็จรูปจำพวกสังกะสีคลอไรด์ ที่เขาทำมาสำเร็จรูป บรรจุในกระป๋อง มีลักษณะเป็นของเหลวคล้ายๆจารบีหรือวาสลิน ซึ่งเมื่อใช้บัดกรีแล้วก็ต้องล้างให้สะอาดเช่นกัน

4. น้ำประสานจำพวกสังกะสีคลอไรด์ ที่ทำมาขายในลักษณะเป็นผลึกคือเป็นก้อนๆ เอามาละลายน้ำสะอาดแล้วใช้ได้ และต้องล้างให้สะอาดเมื่อบัดกรีเสร็จแล้วเช่นเดียวกัน เพราะเป็นพวกกัดโลหะ

5. น้ำประสานกรดเกลือ กรดเกลือธรรมดาก็สามารถใช้เป็นน้ำประสานได้ดีสำหรับโลหะจำพวกเหล็ก และเหล็กอาบดีบุกสังกะสี น้ำประสานกรดเกลือนี้ เราต้องทาบนรอยที่จะบัดกรีและทิ้งไว้ประมาณ 10-20 วินาที แล้วจึงลงมือบัดกรี

ถ้าจะทำการบัดกรีเหล็กหล่อหรือเหล็กไม่เกิดสนิม จะใช้น้ำประสานกรดเกลือก็ได้แต่ไม่ค่อยดี โลหะที่มีส่วนผสมของเหล็กอยู่เวลาบัดกรีแล้วจะแน่นสนิทดีเช่นเดียวกับสารที่ไม่มีเหล็กผสมอยู่ การใช้กรดเกลือเป็นน้ำประสานนี้ ต้องล้างออกทันทีเมื่อบัดกรีเสร็จแล้ว เพราะน้ำกรดที่ติดอยู่บนแผ่นโลหะ จะกัดโลหะทำให้เกิดสนิมและผุพังได้ง่าย

6. น้ำประสานสำหรับบัดกรีเหล็กไม่เกิดสนิม (Stainless steel) มีน้ำประสารพิเศษสำหรับบัดกรีโลหะชนิดนี้และมีขายอยู่หลายยี่ห้อด้วยกัน และต้องระมัดระวังมากในการบัดกรี ควรทำตามคำแนะนำที่ให้ไว้เฉพาะชนิดๆที่ติดอยู่กับขวดหรือกล่องน้ำประสานที่เราซื้อมา น้ำประสานแบบนี้ส่วนมากมักจะทำปฏิกริยากับโลหะอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจะต้องล้างออกทันทีเมื่อบัดกรีเสร็จแล้วโดยล้างด้วยน้ำสบู่หรือด่างชนิด 10 เปอร์เซ็นต์ก็ยิ่งดี

7. น้ำประสานสำหรับบัดกรีอะลูมินั่ม มีอยู่หลายชนิดด้วยกัน แต่การบัดกรีโลหะชนิดนี้ต้องระวังเป็นพิเศษ เพราะจุดหลอมตัวของโลหะต่ำมาก (ราวๆ 125 F) และการบัดกรีต้องใช้เตาฟู่หรือแก๊ส ใช้หัวแร้งไม่ค่อยได้ผล และจุดหลอมตัวของตัวบัดกรี (Solder) บางชนิดก็ใกล้กับจุดหลอมตัว

ของโลหะ ดังนั้น เวลาบัดกรีถ้าไม่ระวังแล้ว จะทำให้โลหะละลายเสียก่อน น้ำประสานสำหรับบัดกรีอะลูมินั่มนี้มีอันตรายต่อโลหะ ดังนั้นต้องรีบล้างออกหลังจากบัดกรีเสร็จแล้ว

2.6.2 วิธีบัดกรี

การตระเตรียมงานก่อนการบัดกรีเป็นสิ่งที่จำเป็น สิ่งที่เราต้องระวังและควรคำนึงถึงก็คือ

1. โลหะที่จะบัดกรีนั้นต้องสะอาดปราศจากน้ำมัน สี แลคเกอร์ สนิม และฝุ่นละอองสิ่งสกปรกทั้งหลายที่ติดอยู่บนโลหะจะต้องเอาออกให้หมดเสียก่อน

2. รอยต่อมที่จะบัดกรีนั้นต้องแนบสนิทกัน อย่าให้ห่างมาก เพราะถ้าห่างกันมากจะทำให้รอยต่อไม่แข็งแรง ถ้าเป็นการต่อเกยกันก็ควรให้มีการเกยกันมากๆ เพราะยิ่งทำให้รอยต่อนั้นมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น

3. ถ้ารอยต่อนั้นต้องรับแรงดึงหรือกดแล้ว ต้องให้รอยต่อนั้นแข็งแรงสามารถรับแรงนั้นได้เสียก่อน เป็นต้นว่าเกี่ยวกันไว้ เอาหมุดย้ำไว้ก่อนบัดกรี เพราะการบัดกรีจะไม่ทำให้รอยต่อนั้นรับแรงเพิ่มขึ้นได้เท่าไรเลย เพราะความมุ่งหมายของการบัดกรีก็เพียงเพื่อ กันลม กันน้ำ และเพื่อให้ไฟฟ้าไหลผ่านได้สะดวกเท่านั้น

เมื่อเราเตรียมการดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว ก็เริ่มการบัดกรีได้ ซึ่งลักษณะของการบัดกรีงานต่างๆมีดังนี้

ก. การบัดกรีรอยต่อชนิดต่อเกย (Lap Joint)

1. เอางานที่จะบัดกรีวางลงบนโต๊ะบัดกรี โต๊ะนี้ส่วนมากจะบุพื้นด้วยแอสเบสตอสหรืออิฐทนไฟ อย่าบัดกรีโดยวางงานลงบนโลหะชิ้นใหญ่ๆ หรือบนแผ่นพื้น หรือโต๊ะเย็นๆ เพราะความร้อนจะไหลไปสู่ส่วนดังกล่าวเสียหมด ทำให้งานบัดกรีไม่ได้ผล

2. เอาน้ำประสานทาตรงบริเวณที่จะบัดกรี

3. เผาหัวแร้งให้ร้อนพอที่จะให้ตะกั่วละลายและไหลได้สะดวก อย่าให้ร้อนเกินไป ขณะที่เอาหัวแร้งเผาไฟนั้น บนผิวของหัวแร้งจะเกิดออกไซด์ ซึ่งเราอาจมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ดังนั้นพอเผาได้ที่แล้ว ก็เอาหัวแร้งนั้นจุ่มลงในน้ำยาแอมโมเนียมคลอไรด์ หรือถูลงบนแท่งเกลือแอมโมเนียม เพื่อล้างเอาพวกออกไซด์ออกให้หมด

4. เริ่มต้นจากปลายข้างหนึ่งของรอยต่อ เอาปลายของหัวแร้งจิ้มลงตรงปลายนั้น แล้วเอาตะกั่วบัดกรีมาแตะกับปลายหัวแร้ง ตะกั่วจะละลายไปสู่รอยต่อ จากนั้นก็เลื่อนปลายหัวแร้งเข้ามาเป็นระยะพอสมควร แล้วใช้ตะกั่วแตะปลายหัวแร้งให้ละลายสู่รอยต่อ ทำดังนี้ไปเรื่อยๆจนเสร็จ

5. เอาหัวแร้งออก แต่ยังคงเอาแท่งตะกั่วกดไว้ที่รอยต่อนั้น เพื่อรอให้ตะกั่วเย็นสักครู่หนึ่งแล้วจึงเอาแท่งตะกั่วออก

6. เผาหัวแร้งใหม่ถ้าจำเป็น และทำตามข้อ 3 อีกครั้ง

7. เอาตะกั่วทาไว้ที่ปลายหัวแร้งเล็กน้อย แล้วทาบปลายหัวแร้งลงบนรอยต่อจากปลายข้างหนึ่ง แล้วค่อยๆลากปลายหัวแร้งไปตามรอยต่อนั้นอย่างช้าๆ ตะกั่วที่เราทาไว้ที่ปลายหัวแร้ง และตะกั่วที่เราหยอดไว้เป็นจุดๆตามรอยต่อ จะไหลลงสู่รอยต่อ ในขณะที่ทำนี้จะต้องหาเศษเหล็กหรือไม้หรือตะไบเก่าๆมากดให้รอยต่อนั้นแนบกันให้สนิท

ข้อควรระวัง 1. หัวแร้งต้องร้อนพอ

2. อย่าถูหัวแร้งกลับไปกลับมาบนรอยต่อ

3. ทิ้งรอยต่อที่เราบัดกรีไว้ โดยอย่าเพิ่งเอาวัสดุที่กดหรือหนีบไว้ออก จนกว่าตะกั่วจะแข็งตัวดีแล้ว

4. อย่าใช้น้ำหรือของเหลวเย็นๆราดรอยต่อขณะที่ร้อน เพราะจะทำให้รอยต่อร้าวไม่แข็งแรง

5. ล้างน้ำประสานออกให้หมด (หลังจากที่แข็งตัวแล้ว)

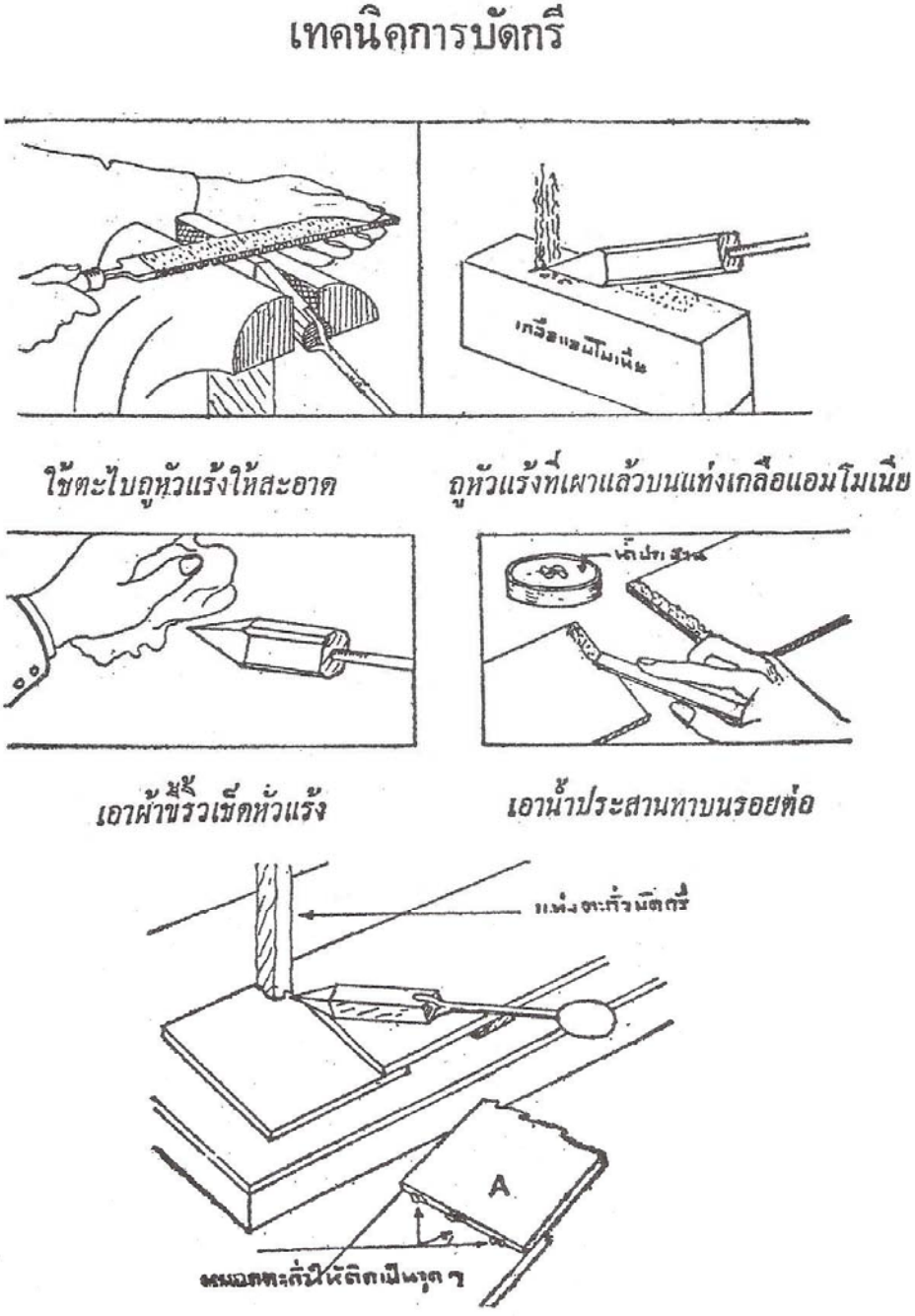
6. ถ้าทำการบัดกรีอยู่หลายๆคน การถือหัวแร้งที่เผาไฟร้อนๆนั้น ต้องระมัดระวังอย่าให้ถูกคนอื่นเข้า

ข. การบัดกรีรอยต่อชนิดเกี่ยว (Seam Joint)

1. เหมือนกับวิธีต่อเกย
2. เอาน้ำประสานทาที่รอยต่อ
3. บัดกรีเป็นจุดๆอย่างวิธีแรก
4. เอาตะกั่วทาลงบนหัวแร้งที่ร้อนพอดีและสะอาด
5. เริ่มจากปลายไกลสุด แล้วค่อยๆลากหัวแร้งเข้ามาจนตลอดรอยต่อ

ข้อควรระวัง เหมือนกับวิธีแรก

ถ้าหัวแร้งไม่ร้อนพอในขณะที่บัดกรีอยู่ ต้องเผาหัวแร้งใหม่ ถ้าต้องบัดกรีมากหรือรอยต่อยาว ควรใช้หัวแร้ง 2 อัน คือใช้อันหนึ่งและเผาไว้อันหนึ่งสลับกันไป



ภาพที่ 2.2 เทคนิคการบัดกรีโลหะ

ที่มา : ชาลี ลัทธิ และคณะ , 2527

2.7 การเชื่อม (Welding)

การเชื่อมเป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่ทำให้โลหะหลอมตัวติดกัน หรือละลายต่อเข้าด้วยกัน ซึ่งกรรมวิธีในการเชื่อมนั้นมีมากมายหลายอย่าง

2.7.1 การเชื่อมไฟฟ้า (Arc Welding)

คือการเชื่อมที่ใช้ไฟฟ้าเป็นตัวประกอบในการทำงาน โดยใช้ลวดเชื่อม (electrode) เป็นขั้วลบมาสัมผัสกับงานเชื่อมซึ่งเป็นขั้วบวก การเอาไฟฟ้าประจุลบ (negative) วิ่งไปปะทะกับประจุบวก (positive) จะทำให้เกิดการ spark ขึ้น ซึ่งเรียกว่า อาร์ค (arc) จะทำให้เกิดความร้อนสูงขึ้นจนทำให้บริเวณที่จะเชื่อมนั้นละลาย ในขณะเดียวกันลวดเชื่อมซึ่งหุ้มด้วยสารเคมีจะหลอมละลายลงไปในงานเชื่อมด้วย ทำให้โลหะหรืองานเชื่อมติดเป็นเนื้อเดียวกัน

ลวดที่ใช้ในงานเชื่อมไฟฟ้านี้ มีทั้งชนิดหุ้มฟลักซ์และไม่หุ้มฟลักซ์ ชนิดแรกใช้กับงานที่ต้องการความแข็งแรง ส่วนแบบที่ไม่หุ้มฟลักซ์ใช้กับงานที่ไม่ต้องการความแข็งแรงเท่าใดนัก นอกจากนี้ยังใช้สำหรับงานตัดโลหะด้วย

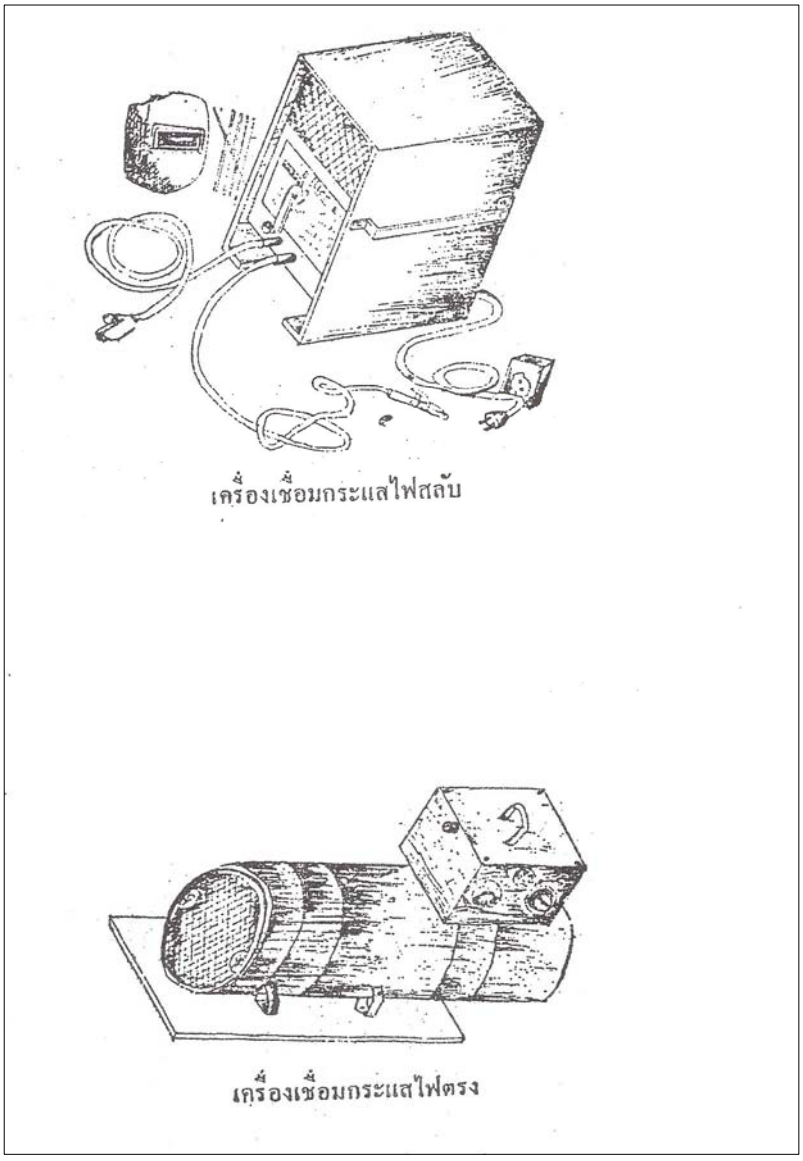
เครื่องเชื่อมไฟฟ้า (Electric Welding Machine)

เครื่องเชื่อมไฟฟ้ามีหลายขนาดและหลายชนิด เช่น ชนิดที่เป็น Motor Generator โดยทั่วไปเป็นเครื่องเชื่อมชนิดไฟกระแสตรง (D.C) ซึ่งมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่ในตัวสามารถนำไปใช้นอกโรงงานได้ นอกจากนี้แล้วยังมีแบบ transformer ซึ่งเป็นเครื่องเชื่อมที่ใช้ไฟกระแสสลับ (A.C.) แบบนี้นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในวงงานอุตสาหกรรม เครื่องเชื่อม A.C ประกอบด้วย transformer มีประสิทธิภาพในการเชื่อมสูงกว่า D.C

อุปกรณ์การเชื่อมไฟฟ้า (Electric Welding Equipment)

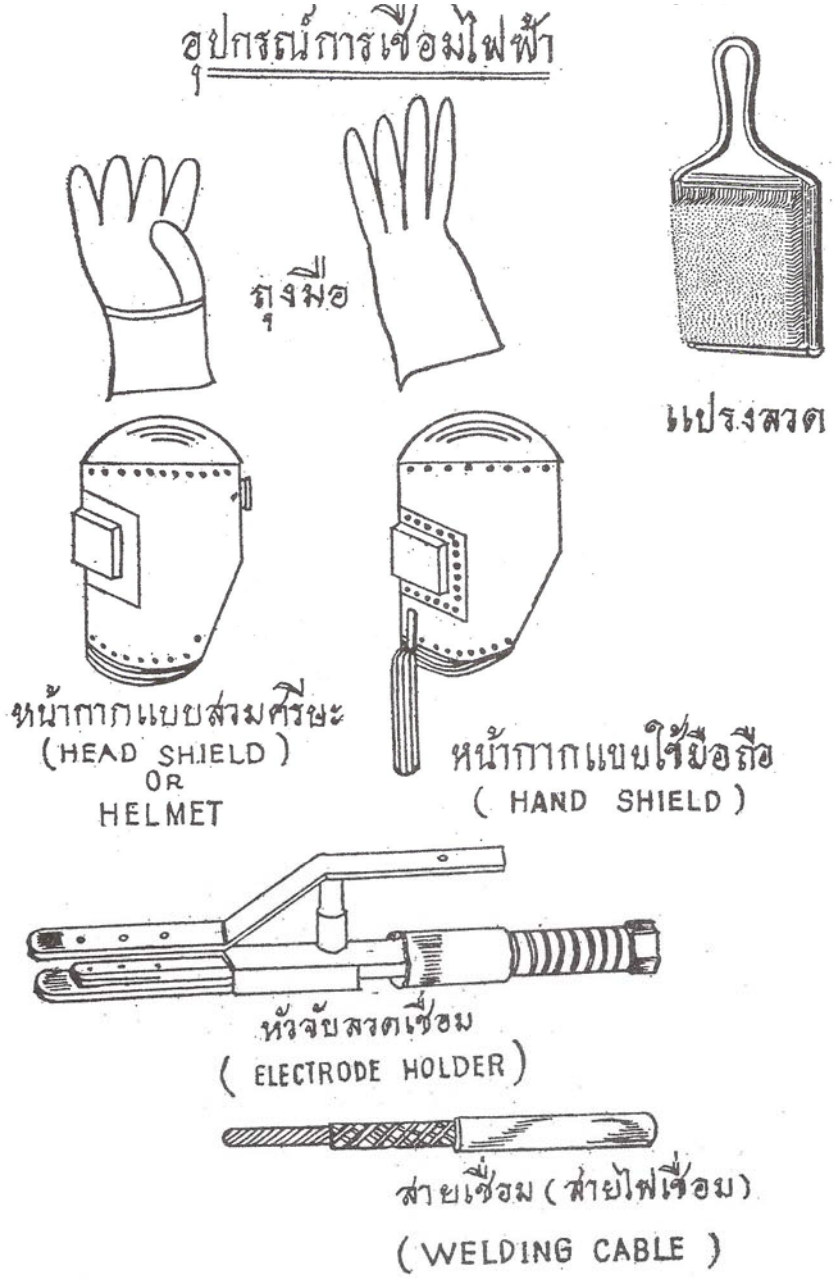
1. เครื่องเชื่อม (Welding Machine or Welder) จะเป็นแบบ A.C. หรือ D.C. ก็ได้
2. สายไฟ (สายเชื่อม cable) ต้องเป็นสายไฟเชื่อมที่มีขนาดถูกต้อง และต้องมีความยาวเพียงพอกับบริเวณงานที่จะเชื่อม (ทั้งสายดินและสายเชื่อม)
3. คีมจับลวดเชื่อม (Electrode holder)ใช้ในการจับลวดเชื่อม
4. ปากคีบสายดิน (Ground clamp)ใช้จับแผ่นงานหรือโต๊ะเชื่อมเพื่อให้กระแสครบวงจร
5. หน้ากาก (Head Helmet or Hand Shield) ใช้ป้องกันรังสีที่เกิดจากการ spark
6. ถุงมือ (Gauntlets or groves) ทำด้วยหนังเพื่อป้องกันรังสีอุลตราไวโอเลตที่เกิดจากการอาร์ค จะทำอันตรายกับผิวหนัง
7. เหล็กหรือฆ้อนเคาะขี้ฟลักซ์ (Chipping tool Peening)
8. แปรงลวด (Wire Brush) ใช้ทำความสะอาดรอยเชื่อม

9. ฉากกั้น (Screens) ใช้เป็นที่บังแสงบริเวณที่ทำการเชื่อมเพื่อป้องกันแสงที่อาจจะรบกวนผู้ที่ทำงานอยู่บริเวณรอบๆเป็นอันตรายต่อสายตา



ภาพที่ 2.3 เครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสสลับ และกระแสตรง

ที่มา : ชาลี ลัทธิ และคณะ , 2527



ภาพที่ 2.4 อุปกรณ์การเชื่อมไฟฟ้า

ที่มา : ชาลี ลัทธิ และคณะ , 2527

ลำดับขั้นการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า

1. ถ้ามีเครื่องเชื่อมทั้งสองแบบ ควรเลือกแบบที่ต้องการและต้องต่อสายดินให้ถูกต้องด้วย
2. เลือกใช้หน้ากากที่เหมาะสมซึ่งยังใช้การได้ดี กระจกกันแสงไม่แตกชำรุด
3. ตรวจดูสายดินและสายเชื่อม ข้อต่อของสายต้องแน่นเพื่อป้องกันไฟรั่ว

4. เอาสายดินคีบที่งานหรือโต๊ะทำงาน และบริเวณที่จะคีบนั้นต้องสะอาดปราศจากสีและสนิม

5. หมุนปุ่มปรับกระแสไฟบนเครื่องเชื่อมให้อยู่ตรงกับกระแสไฟที่ต้องการจะเชื่อม โดยสังเกตที่เข็ม (indicator) ซึ่งจะบอกค่ากระแสไฟที่ด้านหน้าของเครื่องเชื่อม (การปรับตั้งกระแสไฟดูจากตารางที่ 2.2) อย่าหมุนหรือปรับกระแสไฟขณะที่เครื่องเชื่อมทำงานอยู่จะทำให้หน้าสัมผัสไหม้ ควรปิดสวิทซ์ก่อนเมื่อจะปรับกระแสไฟบนเครื่องเชื่อม

6. ใช้หัวจับลวดเชื่อมคีบลวดเชื่อมให้แน่น โดยคีบปลายด้านที่ไม่มีฟลักซ์หุ้ม

7. ถือลวดเชื่อมให้ตั้งตรงแล้วจ่อไว้ใกล้ๆบริเวณงานที่จะเริ่มต้นเชื่อม แต่อย่าให้แตะกับแผ่นเหล็กหรืองานจนกว่าจะใช้หน้ากากบังหน้าให้เรียบร้อยเสียก่อน

8. จี้ลวดเชื่อมลงไปบนแผ่นงานเบาๆแล้วรีบกระดกข้อมือขึ้น เพื่อให้ลวดเชื่อมห่างจากแผ่นงานโดยเร็วและเดินลวดเชื่อมไปข้างหน้าอย่างช้าๆ ฝึกทำจนกว่าจะสามารถทำการเชื่อมได้เป็นอย่างดี หากลวดเชื่อมติดแน่นกับแผ่นงาน ถ้าดึงไม่ออกต้องง้างหรืออ้าหัวจับธูปเชื่อมออกแล้วจึงใช้สกัดตีออกเบาๆเพื่อให้ลวดเชื่อมหลุด แล้วทำการเชื่อมใหม่ การเดินลวดเชื่อมไม่ควรส่ายลวดเชื่อมให้แนวเชื่อมแผ่มากเกินความจำเป็น และไม่ควรยกลวดเชื่อมสูงจากงานเกินไปจะทำให้ดับได้

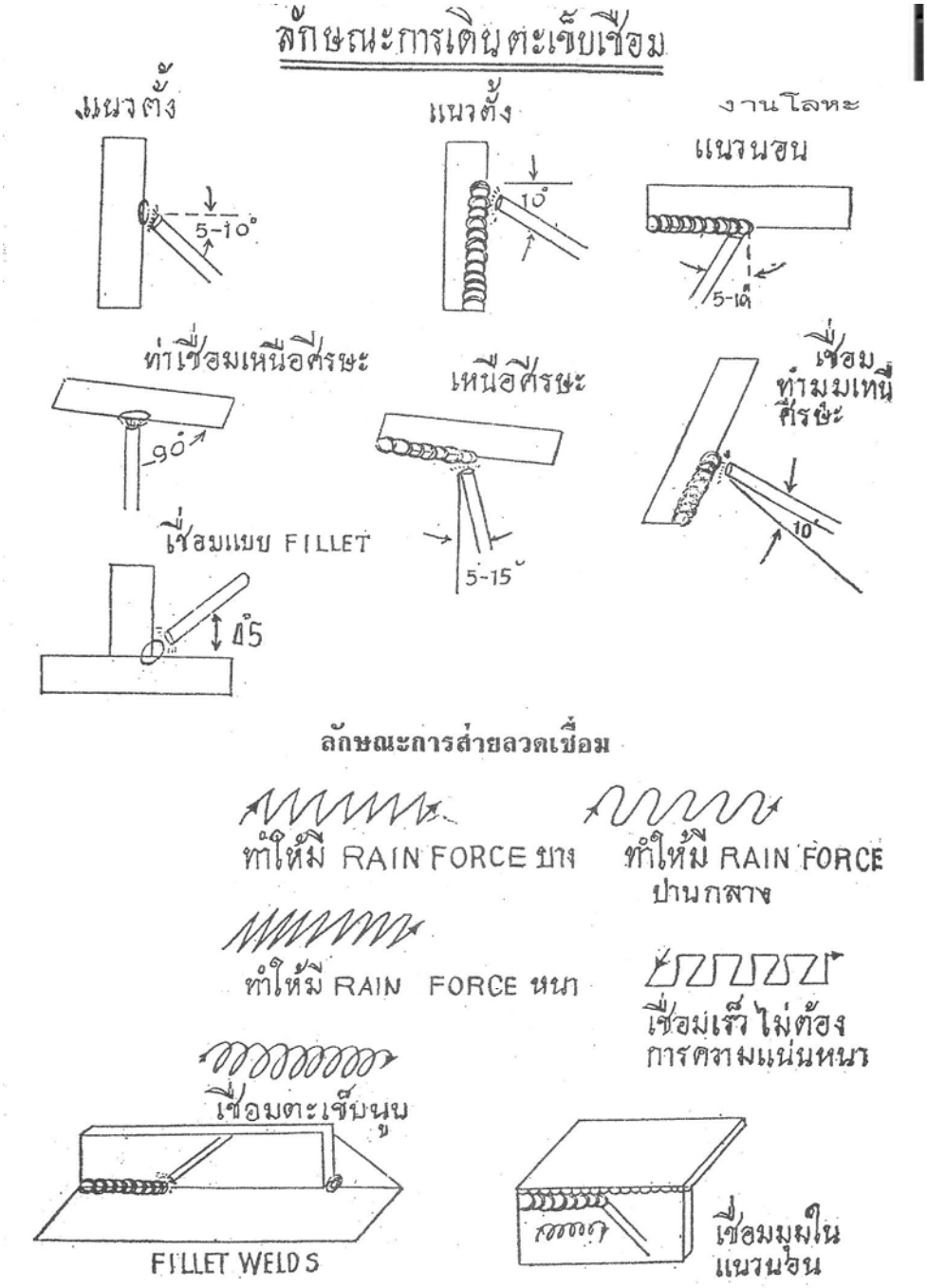
ช่างเชื่อมควรฝึกเชื่อมช้าๆ จนสามารถถือลวดให้มีระยะอาร์คสม่ำเสมอและควรจะเคลื่อนลวดเชื่อมแนวตรง

9. ควรถือลวดเชื่อมให้เอียงจากแนวเชื่อมประมาณ 15 องศา

10. หลังจากการเชื่อมต้องทำความสะอาดรอยเชื่อม โดยใช้ฆ้อนเคาะขี้ฟลักซ์ (slag) ที่เกาะอยู่ตามแนวเชื่อมออก แล้วใช้แปรงลวดขัดให้สะอาด แล้วเชื่อมแนวต่อๆไปจนกว่าจะเสร็จ

ตารางที่ 2.2 การตั้งหรือปรับกระแสไฟเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

เส้นผ่าศูนย์กลางของลวดเชื่อม	เชื่อมในแนวราบ (แอมแปร์)	เชื่อมในแนวตั้ง/เชื่อมเหนือศีรษะ
3/32 “	60 A	60 A
1/8 “	120 A	110 A
5/32 “	150 A	140 A
3/16 “	170 A	160 A



ภาพที่ 2.5 ลักษณะการเดินตะเข็บเชื่อม

ที่มา : ชาลี ลัทธิ และคณะ , 2527

ตารางที่ 2.4 การใช้ลวดเชื่อม การตั้งกระแสไฟ และระยะอาร์คให้เหมาะสมกับงาน

ขนาดของงาน	ขนาดของลวดเชื่อม	แรงเคลื่อนไฟฟ้า	กระแสไฟ	ระยะอาร์ค
1/16 “	3/32 “	14-16 V	40-75 A	1/16 “
1/8 “	1/8 “	18-18 V	90-100 A	1/8 “
3/16 “	5/32 “	18-20 V	100-140 A	5/32 “
¼ “	3/16 “	18-22 V	125-175 A	3/32 “
3/8”	3/16 “	18-22 V	125-175 A	3/16 “
½ “	3/16-1/4 “	18-24 V	125-175 A	3/16 “
¾ “	¼ “	18-24 V	160-175 A	3/16 “
1	¼ “	18-24 V	175-250 A	3/16 “

ที่มา : ชาลี ลัทธิ และคณะ , 2527

ภาพที่ 2.6 แสดงแนวเชื่อมแบบต่างๆ

ที่มา : ชาลี ลัทธิ และคณะ , 2527

2.7.2 การเชื่อมแก๊ส (Gas Welding)

การเชื่อมแก๊สเป็นกรรมวิธีที่ทำให้โลหะหลอมละลายติดกัน เช่นเดียวกับการเชื่อมโดยไฟฟ้า แต่แตกต่างกันตรงที่ว่า การเชื่อมแก๊สนั้นจะนำเอาความร้อนจากส่วนผสมของแก๊สต่าง ๆ มาเผาหรือพ่นให้โลหะร้อนจนจะละลายติดกัน แก๊สที่นำมาใช้ในงานเชื่อมมีหลายอย่างด้วยกัน เช่น แอมโมเนีย ฟรีออน คาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน และอะเซทิลีน เป็นต้น

ในที่นี้จะเน้นหนักไปทางด้านการเชื่อม ด้วยออกซิเจน กับ อะเซทิลีนเท่านั้น โดยทั่วไปแล้วการเชื่อมแก๊สสมัยปัจจุบันนี้ ช่างเชื่อมมักจะนำแก๊สต่าง ๆ ที่อยู่ในรูปแก๊สอัดสำเร็จซึ่งบรรจุอยู่ในถังหรือท่อ มาใช้ในงานเชื่อมซึ่งจะสะดวกสบายกว่าการเตรียมแก๊สอย่างไรก็ตามในชนบทซึ่งการคมนาคมไม่สะดวก การที่จะสั่งแก๊สเป็นท่อจากบริษัทผู้ผลิตจำหน่ายไปใช้งานเพียงเล็กน้อยนั้น ทางบริษัทผู้ผลิตแก๊สไม่สามารถที่จะจัดส่งให้ได้ แต่ช่างเชื่อมก็สามารถเตรียมแก๊สใช้เอง ซึ่งอาจจะทำได้ดังนี้

การเตรียมอ๊อกซิเจน

$2KMnO_4$ (ด่างทับทิม) $\rightarrow K_2MnO_4 + MnO_4 + O_2$

โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต $\rightarrow$ โพแทสเซียมแมงกาเนต + แมงกานิสไดออกไซด์ + ออกซิเจน (เก็บออกซิเจนโดยการแทนที่น้ำ)

ออกซิเจน เมื่อเตรียมสำเร็จรูปแล้วก็บรรจุท่อ ๆ หนึ่งประมาณ 2,200 ปอนด์ / ตารางนิ้ว หรือ 150 กก. /ตารางเซนติเมตร การวางท่อออกซิเจนต้องวางให้ตรงอย่านอนท่อและห้ามถ่ายเทจากท่อหนึ่งไปยังอีกท่อหนึ่ง อย่านำไปใกล้ไฟหรือตากแดดหรือที่มีความร้อน จะทำให้ระเบิดได้ ออกซิเจนมีคุณสมบัติ “ช่วยให้ไฟติด”

การเรียกขนาดของออกซิเจน เขานิยมเรียกตามความจุของท่อ เช่นขนาดท่อ 2 คิว, 5 คิว และ 6 คิว เป็นต้น

การเตรียมอะเซทิลีน

$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$

แคลเซียมคาไบด์ + น้ำ $\rightarrow$ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ + อะเซทิลีน

นอกจากนี้แล้ว ช่างเชื่อมยังสามารถเตรียมอะเซทิลีนใช้เองโดยวิธีง่าย ๆ โดยใช้แคลเซียมคาไบด์ หรือชาวบ้านเรียกว่า “ ถ่านคาไบด์ หรือถ่านแก๊ส ” บรรจุลงไปในถังกำเนิดแก๊ส ซึ่งมี

ขายตามท้องตลาดถังละประมาณ 250 บาท แล้วเติมน้ำลงไปบนถ่านคาไบด์ ก็จะได้ แก๊สอะเซทิลีนตามต้องการ (น้ำ 0.56 ลิตรต่อถ่านคาไบด์ 1 กก. จะได้แก๊ส 250 – 300 ลิตร)

อะเซทิลีน ที่บริษัทผู้ผลิตจำหน่ายทำขึ้นมาจะบรรจุไว้ในท่อซึ่งมีขนาดต่าง ๆ กัน สามารถเคลื่อนย้ายไปในที่ต่าง ๆ ได้ง่าย ท่อหนึ่ง ๆ บรรจุอะเซทิลีนประมาณ 250 ปอนด์ / ตารางนิ้ว และมีความดันท่อละ 15 กิโลตารางเซนต์ ฉะนั้น เวลาใช้อะเซทิลีนไม่ควรให้แรงดันภายในท่อต่ำหรือน้อยกว่าความดันบรรยายกาศภายนอก คือ 14.3 ปอนด์/ตารางนิ้ว หากความดันภายในท่อต่ำกว่ากำลังดันของบรรยากาศ จะทำให้ไฟย้อยกลับอาจจะระเบิดได้ คุณสมบัติของอะเซทิลีน คือ “ติดไฟได้ง่าย”

อุปกรณ์การเชื่อมแก๊ส (Gas Welding Equipment)

1. ถังออกซิเจน
2. ถังอะเซทิลีน
3. หัวปรับออกซิเจน (เกจ์วัด)
4. หัวปรับอะเซทิลีน (เกจ์วัด)
5. สายยางออกซิเจนและอะเซทิลีน
6. ท๊อชและหัวทิพ (หัวผสมแก๊สและหัวเชื่อม)
7. หัวตัดและหัวเชื่อม
8. ประแจเปิดลิ้นที่ถังแก๊ส
9. แว่นตาสวมเชื่อม
10. ถุงมือ

ลำดับขั้นตอนปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส

1. ทดสอบเครื่องมือเชื่อมทุกชิ้นอย่างละเอียดอย่าให้ชำรุดอันตรายอาจเกิดขึ้น
2. เลือกถังออกซิเจนและถังอะเซทิลีน ดูให้แน่ว่าเกลียวลิ้นและบ่ารอยทางเข้าไม่ชำรุด ระวังอย่าให้น้ำมันจาระบีติดอยู่
3. ตรวจดูหัวปรับหรือเกวัดแกสทั้งสองชนิดให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ไม่รั่วไม่แตกไม่ชำรุด ตลอดทั้งเกลียมตามข้อต่าง ๆ ต้องอยู่ในสภาพดี ใส่ให้ถูกต้อง
4. เลือกสายยางออกซิเจนและอะเซทิลีน อย่าให้รั่วหรือมีน้ำมัน จารบีติดอยู่อย่าใช้สายสับกัน
5. เลือกหัวผสมแก๊สและหัวเชื่อมให้เหมาะสมกับงาน รูหัวเชื่อมต้องไม่อุดตัน
6. เลือกแว่นตาที่อยู่ในสภาพดีไม่แตก
7. ถุงมือต้องเป็นหนังและชนิดทนไฟ

การเริ่มใช้เครื่องเชื่อมแก๊ส

1. ตั้งถังออกซิเจนและอะเซทิลีนให้ตรง ควรหาเชือกหรือโซ่ผูกยึดให้แน่นอย่าให้ล้มได้ เปิดลิ้นที่ถังแก๊สเพื่อไล่สิ่งสกปรกออกแล้วปิด

2. ถอดฝาครอบลิ้นออกแล้วนำเกจ์วัดกำลังไปต่อเข้ากับลิ้นของท่อแก๊สทั้งสอง (อย่าให้สับกัน เกจ์วัดแต่ละอย่างจะเขียนบอกไว้) ขันให้แน่น

3. ต่อสายยางเข้ากับเกจ์วัดกำลังดัน และอีกปลายข้างหนึ่งของสายยางต่อเข้ากับหัวผสมแก๊ส

4. เลือกหัวเชื่อมให้เหมาะสมกับงานสวมเข้าไปต่อกับหัวผสมแก๊ส

5. เปิดหรือหมุนเกลียวเกวัดกำลังดันไปทางซ้ายมือจนสุด แล้วเปิดลิ้นถังแก๊สทั้งสอง เสร็จแล้วจึงหมุนเกลียวเกจ์วัดกำลังดันไปทางขวามือพอให้ความดันของแก๊สออกมาไล่เศษผงต่าง ๆ ซึ่งอาจมีอยู่ในเกจ์วัดให้หลุดออกมา

6. หมุนเกลียวเกจ์วัดแต่งกำลังดันให้เหมาะสมกับงานที่จะเชื่อม โดยทั่วไปเกจ์วัดกำหนดความดันไว้ถึง 350 ปอนด์ / ตารางนิ้ว ขณะทำงานใช้เพียง 25 ปอนด์ / ตารางนิ้ว

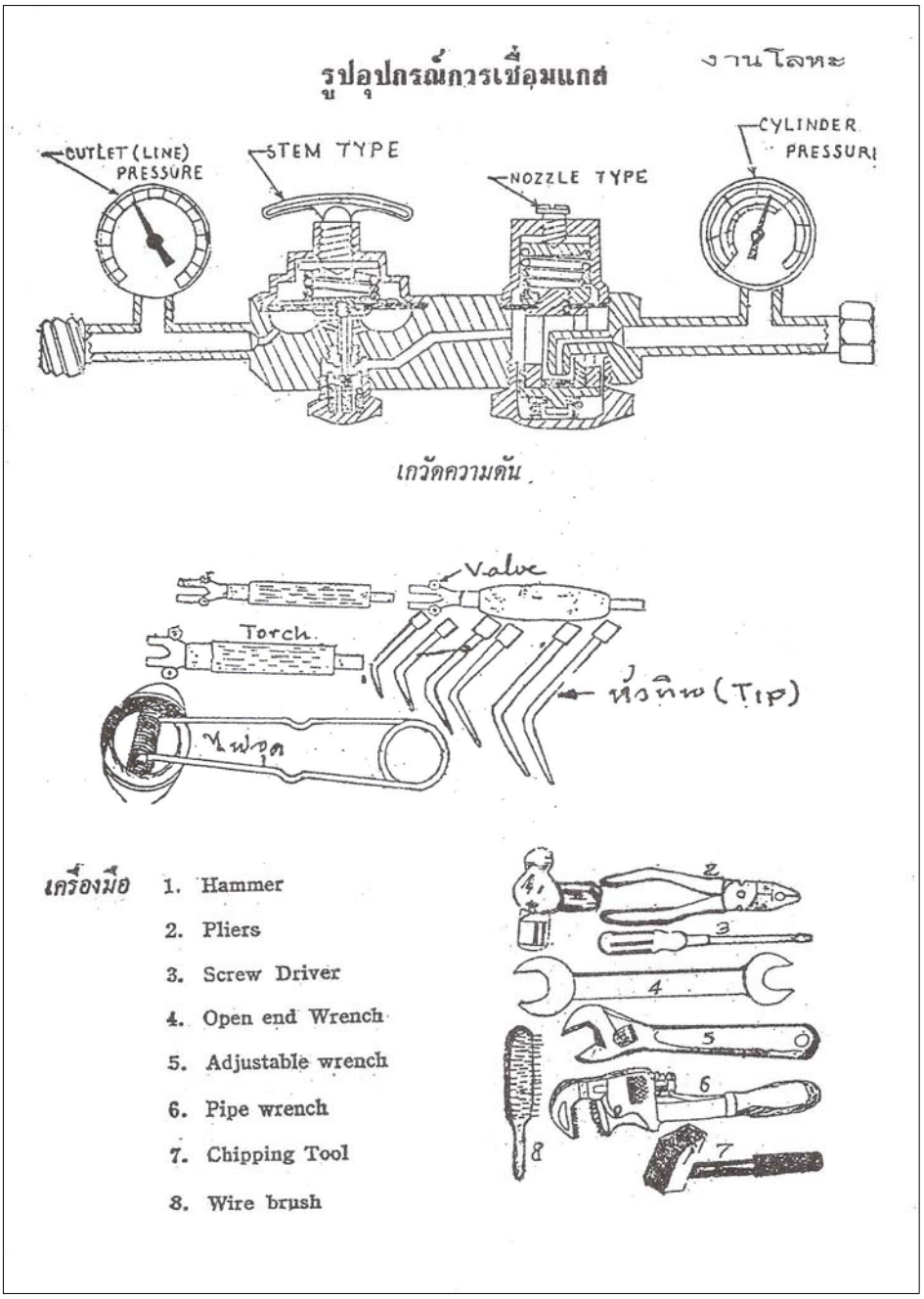
7. เปิดลิ้นที่หัวผสมแก๊ส โดยเปิดลิ้นอะเซทิลีนก่อนเพื่อจุดไฟ แล้วปรับให้เปลวไฟให้เกือบหมดควัน จากนั้นก็เปิดลิ้นออกซิเจนแล้วแต่งเปลวไฟให้ถูกต้อง ตามขนาดที่ต้องการและเหมาะสมกับงานโดยปกติแล้วเปลวไฟที่ใช้เชื่อมมี 3 ขนาดคือ

ก. เปลวลวด ลักษณะเปลวไฟยาวมีสีแดงแกมเหลือง ความร้อนไม่สูงจนเกินไป เหมาะสำหรับเชื่อมโลหะบาง ๆ

ข. เปลวกลาง ลักษณะเปลวไฟมีสีนวล อัตราส่วนผสมของแก๊สเป็น 1 : 1 ซึ่งขึ้นอยู่กับการแต่งเปลวไฟ

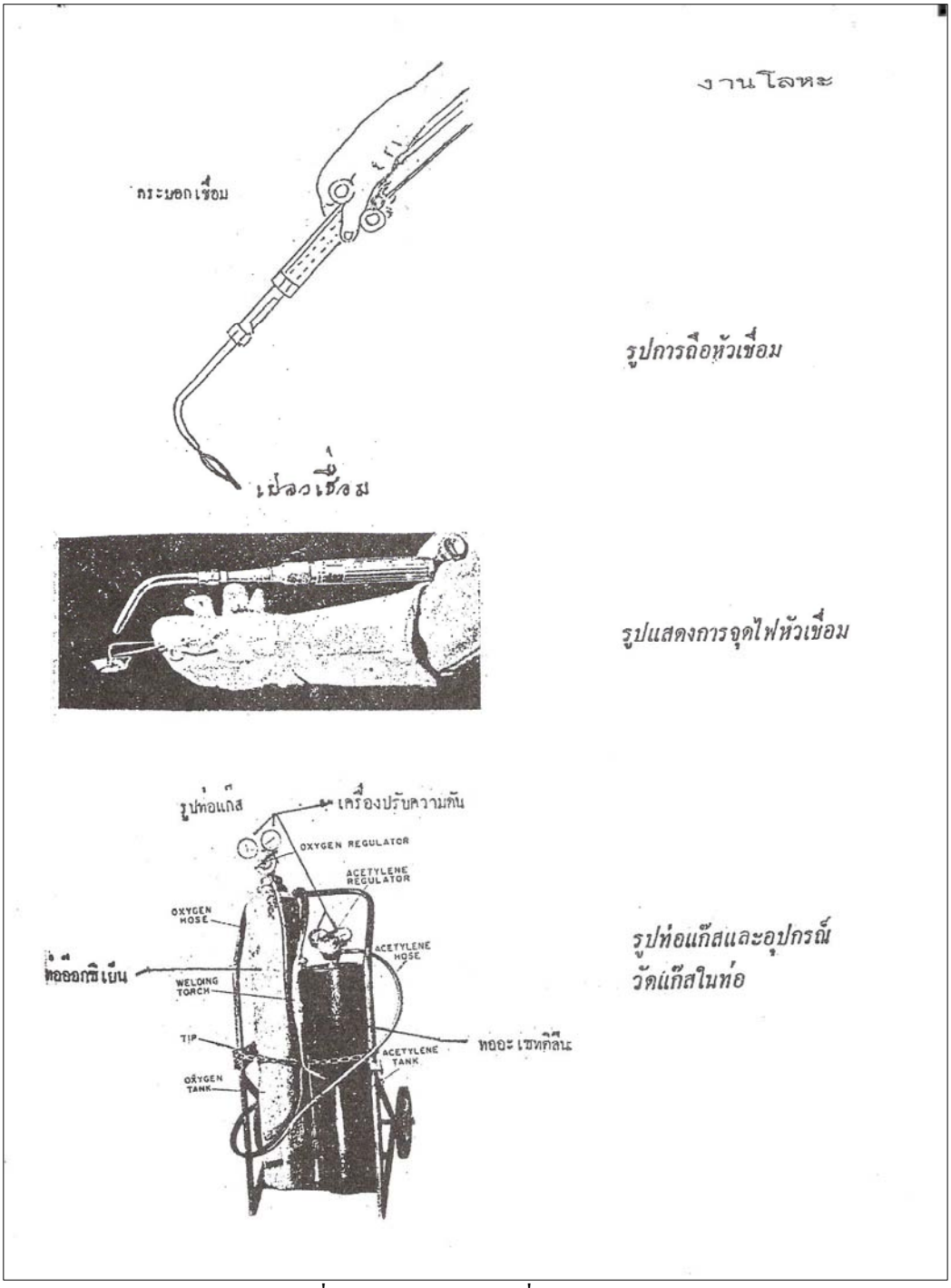
ค. เปลวเพิ่ม ลักษณะเปลวไฟเป็นสีม่วง ความร้อนสูงมาก แสดงว่ามีออกซิเจนมาก หากเชื่อมเปลวนี้ทำให้ O_2 ไปเกาะตัวที่แนวเชื่อมทำให้งานเปราะ

หมายเหตุ : การแต่งเปลวไฟอะเซทิลีน (C_2H_2) ให้มีช่องว่างของเปลวไฟห่างจากหัวเชื่อมประมาณ 1/8 นิ้ว



ภาพที่ 2.7 อุปกรณ์การเชื่อมแก๊ส

ที่มา : ชาลี ลัทธิ และคณะ , 2527



ภาพที่ 2.8 การปรับหัวเชื่อมแก๊ส

ที่มา : ชาลี ลัทธิ และคณะ , 2527

สรุป

ในการศึกษาเกี่ยวกับงานช่างโลหะนั้น ผู้ศึกษาจะต้องทราบถึงวัสดุที่ใช้ในงานโลหะ ซึ่งมีทั้งวัสดุใช้งาน และวัสดุช่วยงาน และวัสดุทั้ง 2 ชนิดนั้น ก็ยังแบ่งออกเป็น โลหะ และอโลหะ ซึ่งมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน

โลหะ คือวัสดุที่ได้จากการถลุงจากสินแร่ต่างๆที่เกิดโดยธรรมชาติ มีการจัดเรียงอะตอมเป็นระเบียบกว่าอโลหะ โลหะยังแบ่งออกเป็น

อโลหะ คือวัสดุที่ได้จากธรรมชาติ หรือได้จากการสังเคราะห์ขึ้นมา เช่น พลาสติก ปูนซีเมนต์ แก้ว ไม้ ยาง น้ำมัน มีคุณสมบัติต่างจากโลหะ การเรียงตัวของอะตอมไม่เป็นระเบียบ วัสดุพวกนี้บางชนิดมีอยู่ในธรรมชาติน้อย จึงมีราคาแพง

เหล็กกล้า (steel) หมายถึงเหล็กที่มีส่วนผสมของธาตุอื่นๆ เช่น ถ่าน โครเมียม ทองแดง วานาเดียม แมงกานีส โมลิบดินัม ซิลิกอน ทังสะเตน นิเกิ้ล เป็นต้น เช่น เหล็กกล้าชนิดไม่เกิดสนิม (Stainless steel) ก็มีส่วนผสมของโครเมียม 18 % และเนื้อเหล็ก 74 % เป็นต้น เหล็กกล้าทุกชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกันสุดแล้วแต่ว่าเหล็กจะผสมกับธาตุอะไร

การวางผัง หมายถึง การกำหนดหรือการวางโครงงานที่จะทำให้งานเป็นไปตามวัตถุ-ประสงค์ โดยมีเป้าหมายหรือมีกำหนดกฎเกณฑ์

การวัด คือ การหาระยะหรือขนาดเพื่อต้องการทราบหน่วยของงาน

การบัดกรี คือ การต่อโลหะเข้าด้วยกัน ในการบัดกรีนั้น จะต้องประกอบด้วย ตะกั่วบัดกรี หัวแร้งบัดกรี และ น้ำยาประสาน

การเชื่อม เป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่ทำให้โลหะหลอมตัวติดกัน หรือละลายต่อเข้าด้วยกัน ซึ่งกรรมวิธีในการเชื่อมนั้น แบ่งเป็น 1) การเชื่อมไฟฟ้า ซึ่งเครื่องเชื่อมไฟฟ้ามีทั้งแบบที่ใช้ไฟกระแสตรง และแบบที่ใช้ไฟกระแสสลับ 2) การเชื่อมแก๊ส แก๊สที่ใช้ในการเชื่อมได้แก่ แก๊สออกซิเจน และ อะเซทิลีน

คำถามทบทวน

1. วัสดุช่วยงานและวัสดุใช้งาน แตกต่างกันอย่างไร จงอธิบาย
2. เหตุใดเหล็กจึงจัดว่าเป็นวัสดุที่มีความสำคัญที่สุดในงานโลหะ
3. การวางผัง และการวัด มีความสำคัญในงานโลหะอย่างไร
4. การขีด หมายถึง อะไร อธิบาย
5. วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในงานบัดกรีมีอะไรบ้าง
6. ตะกั่วบัดกรี เป็นส่วนผสมระหว่างวัสดุอะไร แบ่งเป็นกี่ชนิด อธิบาย
7. การเชื่อมไฟฟ้า มีหลักการอย่างไร
8. การเชื่อมแก๊ส แตกต่างจากการเชื่อมไฟฟ้าอย่างไร
9. การบัดกรีและการเชื่อมแก๊สแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย
10. เปลวไฟที่ใช้เชื่อมแก๊สมีกี่อย่าง แต่ละอย่างมีลักษณะอย่างไร

เอกสารอ้างอิง

ชาลี ลัทธิ,วรพงษ์ ลีพรหมมา, ชวิน เป้าอารีย์ และ สุรเดช สุทธาวาทิน. 2527. **ช่างทั่วไป.** กรม อาชีวศึกษา.

อำพล ซื่อตรง และ อนงค์ ที่สงัด. 2535. **วัสดุช่าง**. สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ กรุงเทพ