



ความรู้เกี่ยวกับสินค้า และ ระบบงานเชื่อมโลหะ

**การเชื่อมโลหะด้วยการอาร์คใต้ผงฟลักซ์
(Submerged Arc Welding;
SAW)**



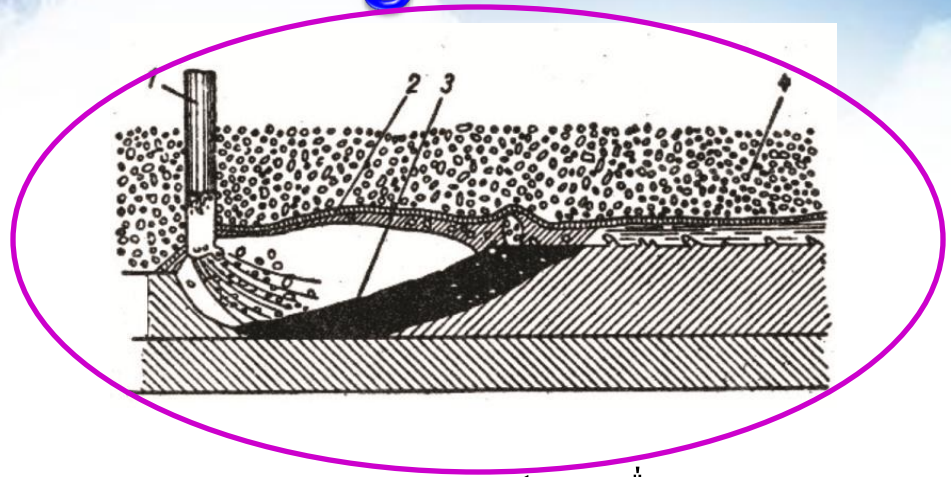
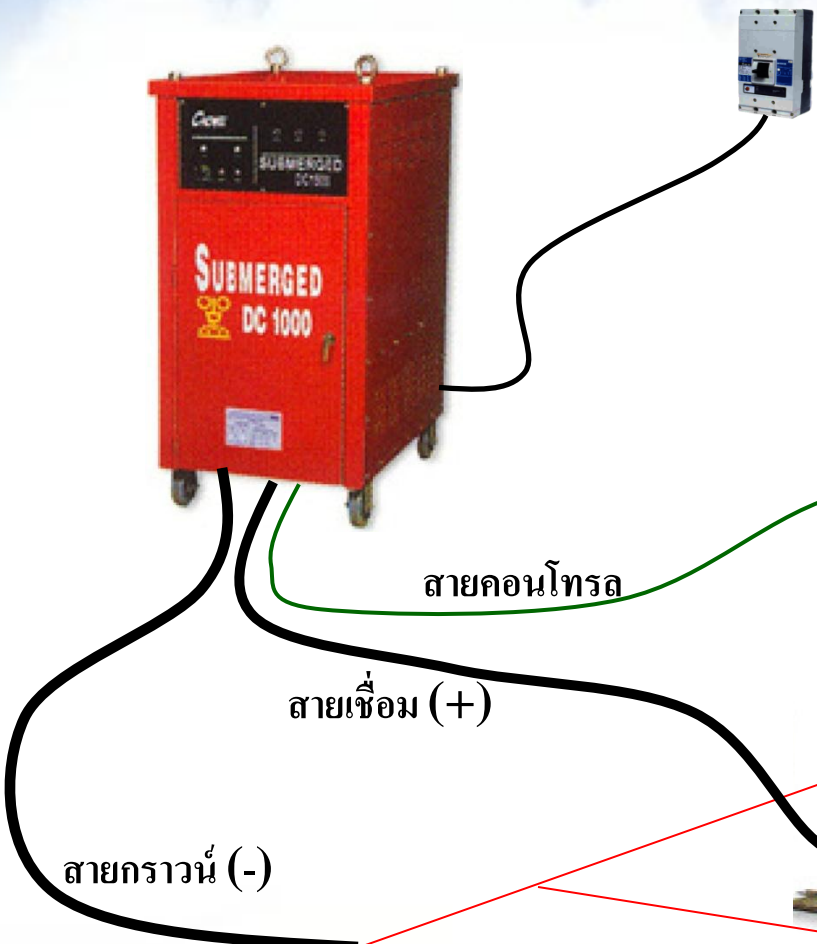
Submerged Arc Welding คืออะไร

SAW คือการเชื่อมต่อโลหะด้วยการให้ความร้อนแก่ชิ้นงานที่นำมาต่อดังด้วยการอาร์คระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงานเชื่อม อาร์คที่เกิดขึ้นและโลหะที่หลอมเหลวจะถูกปกคลุมด้วยผงฟลักซ์ที่สามารถหลอมละลายได้ เพื่อป้องกันการทำปฏิกิริยากับอากาศโดยรอบ นอกจากนี้ผงฟลักซ์จะทำหน้าที่ดังต่อไปนี้

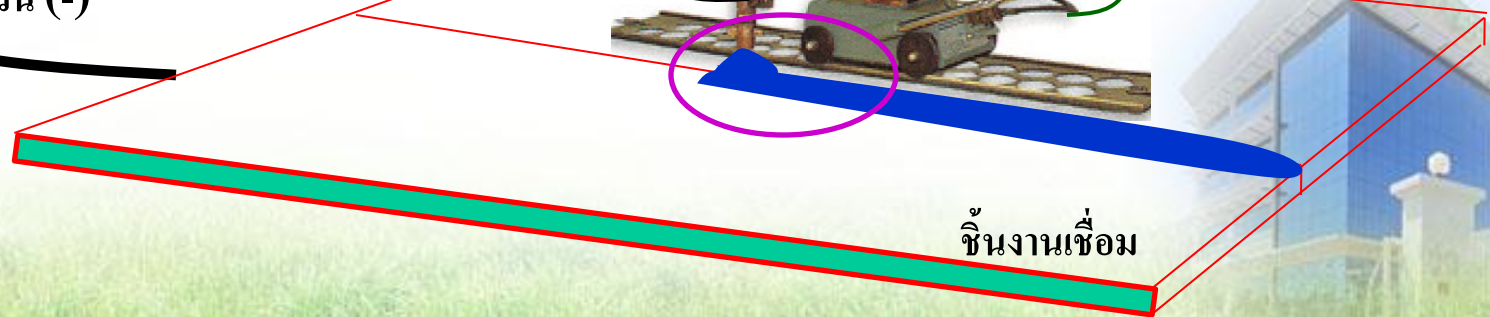
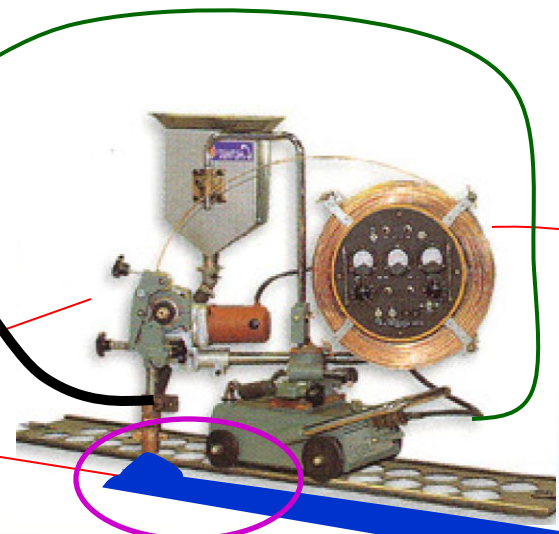
1. ช่วยให้การอาร์คสม่ำเสมอ
2. สมบัติทางกลและทางเคมีของเนื้อเชื่อมสามารถควบคุมได้ด้วยฟลักซ์
3. ช่วยให้คุณภาพแนวเชื่อมดีขึ้น



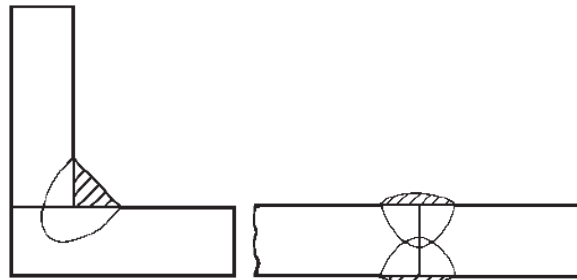
Submerged Arc Welding ทำงานอย่างไร



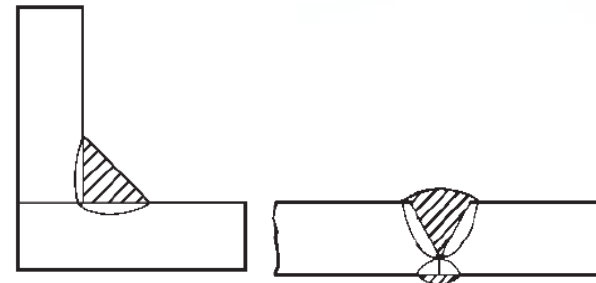
1. ลวดเชื่อม
2. สลัดจ์จากการหลอมของฟลักซ์
3. บ่อหลอมละลาย
4. ผงฟลักซ์ที่เหลือจากการหลอม



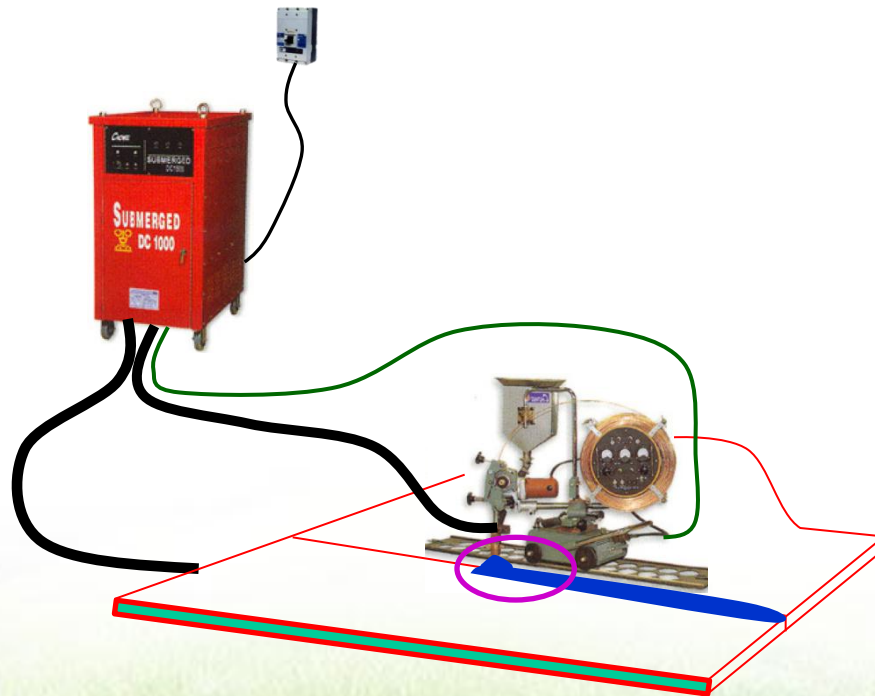
Submerged Arc Welding



Submerged Arc



Stick Electrode



ไม่มีแสง ค่อนข้างน้อยหรืออาจจะไม่มี
แนวเชื่อมใหญ่ เชื่อมได้สำหรับ
แนวราบและแนวระดับเท่านั้น



Photo by Technoman.org

Submerged Arc Welding ลักษณะงาน



← Large Storage Tanks



Submerged Arc Welding ลักษณะงาน

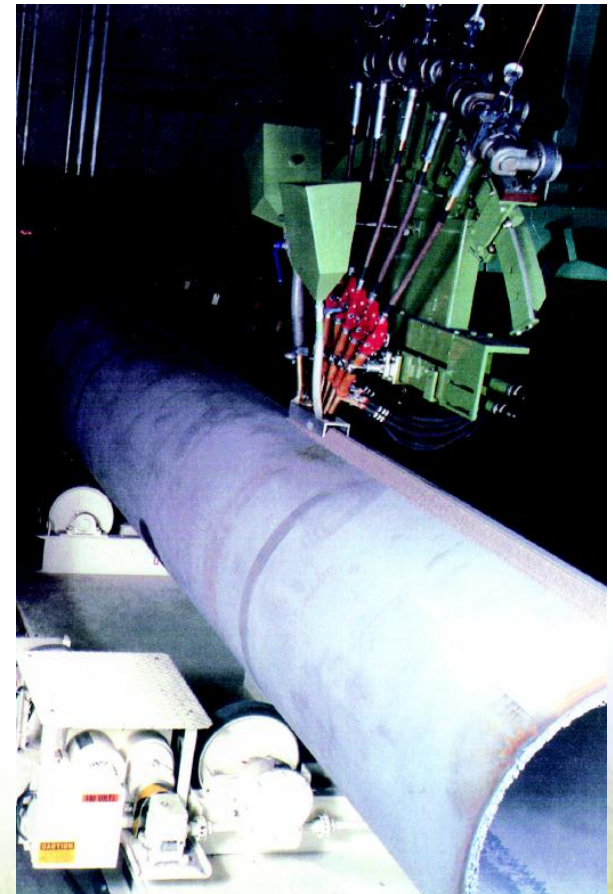


← Long Butt Joint Welding



← Inside Welding

Seam Welding of Pipe →



Submerged Arc Welding ลักษณะงาน



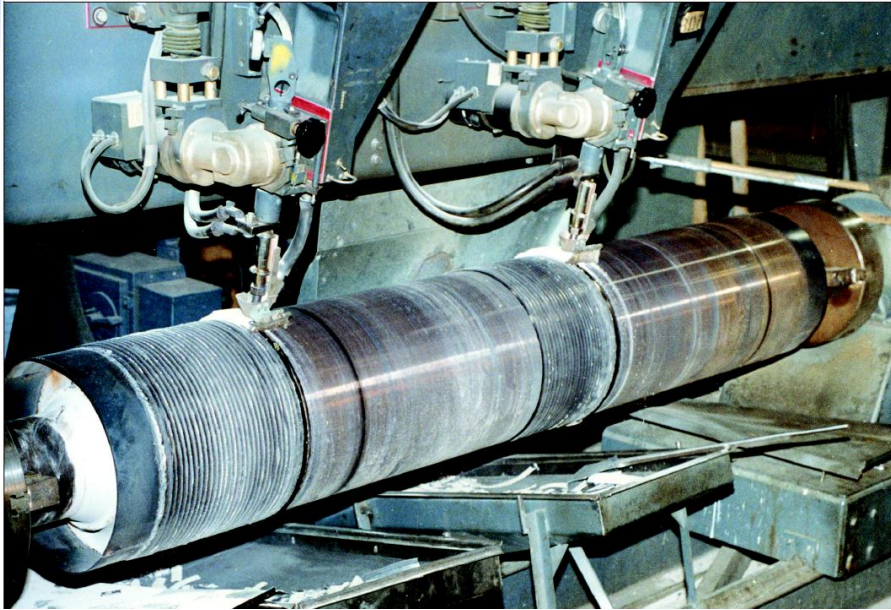
← **Manipulator (Column & Boom)
Sub arc welding**

**H or I Beam Welding
Fabrication**



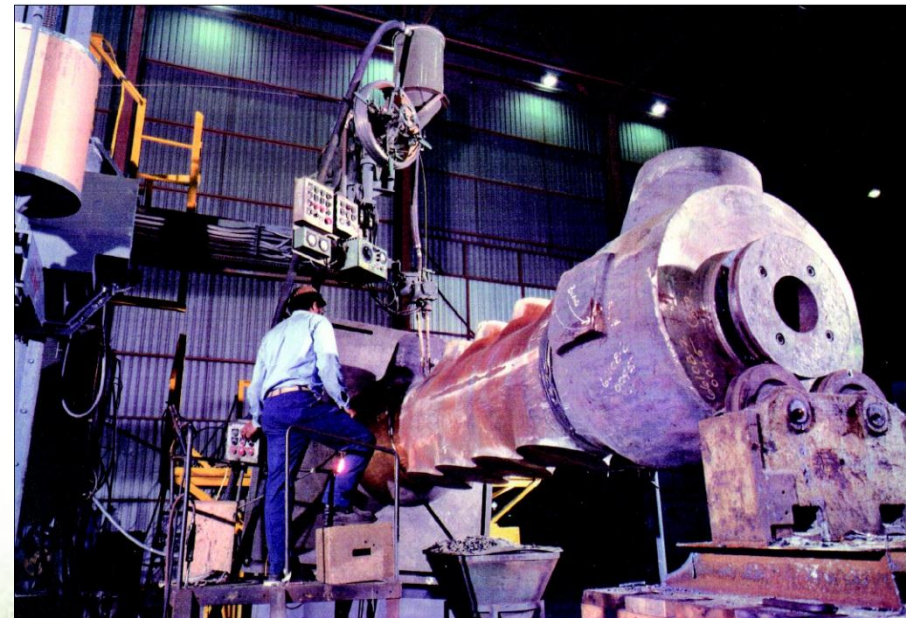


Submerged Arc Welding



← **Build up Welding of Shaft**

Repair Welding on Steam Turbine Equipment





ข้อดีของการเชื่อม SAW

- การอาร์คเกิดขึ้นใต้ผงฟลักซ์ ดังนั้นจึงไม่มีแสงรบกวน และเม็ดโลหะกระเด็นรวมถึงควันเชื่อมด้วย
- มีความเข้มของกระแสเชื่อมสูง จึงเกิดการหลอมลึกได้มาก
- มีอัตราการเติมเนื้อ โลหะสูงมากและราคาต่อหน่วยความยาวค่อนข้างต่ำ
- มีผงฟลักซ์ทำหน้าที่ขจัดออกซิเจนและสิ่งสกปรกต่างๆ ที่มีอยู่ในแนวเชื่อม ทำให้ได้แนวเชื่อมที่สมบูรณ์
- สามารถทำให้ได้แนวเชื่อมที่มีปริมาณไฮโดรเจนต่ำ
- ไม่ต้องกังวลเมื่อลมพัดแรงเหมือนกับการเชื่อม MIG TIG
- ผงฟลักซ์ที่ใช้แล้วบางชนิด สามารถนำมาบดใช้ใหม่ได้





ข้อเสียของการเชื่อม SAW

- มีการลงทุนในครั้งแรกค่อนข้างสูง เนื่องจากมีอุปกรณ์ซับซ้อน
- มีความเข้มของกระแสเชื่อมสูง จึงต้องเชื่อมชิ้นงานที่หนากว่า 6 มม. ขึ้นไป
- สามารถเชื่อมได้ในท่าราบหรือท่าขนานนอน เท่านั้น
- ต้องทำการกำจัดสแลกออกก่อนทุกครั้งเมื่อจะทำการเชื่อมซ้อนทับกัน





ปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการเชื่อมด้วยวิธี Submerged Arc

1. ส่วนผสมทางเคมีและสมบัติทางกลของแนวเชื่อมที่ต้องการ
2. ความหนาของชิ้นงานที่นำมาเชื่อม
3. ความสามารถในการเข้าถึงรอยต่อ
4. ตำแหน่งของแนวเชื่อมที่จะทำการเชื่อม
5. ปริมาณและความถี่ในการทำงาน





องค์ประกอบในการเชื่อม SAW

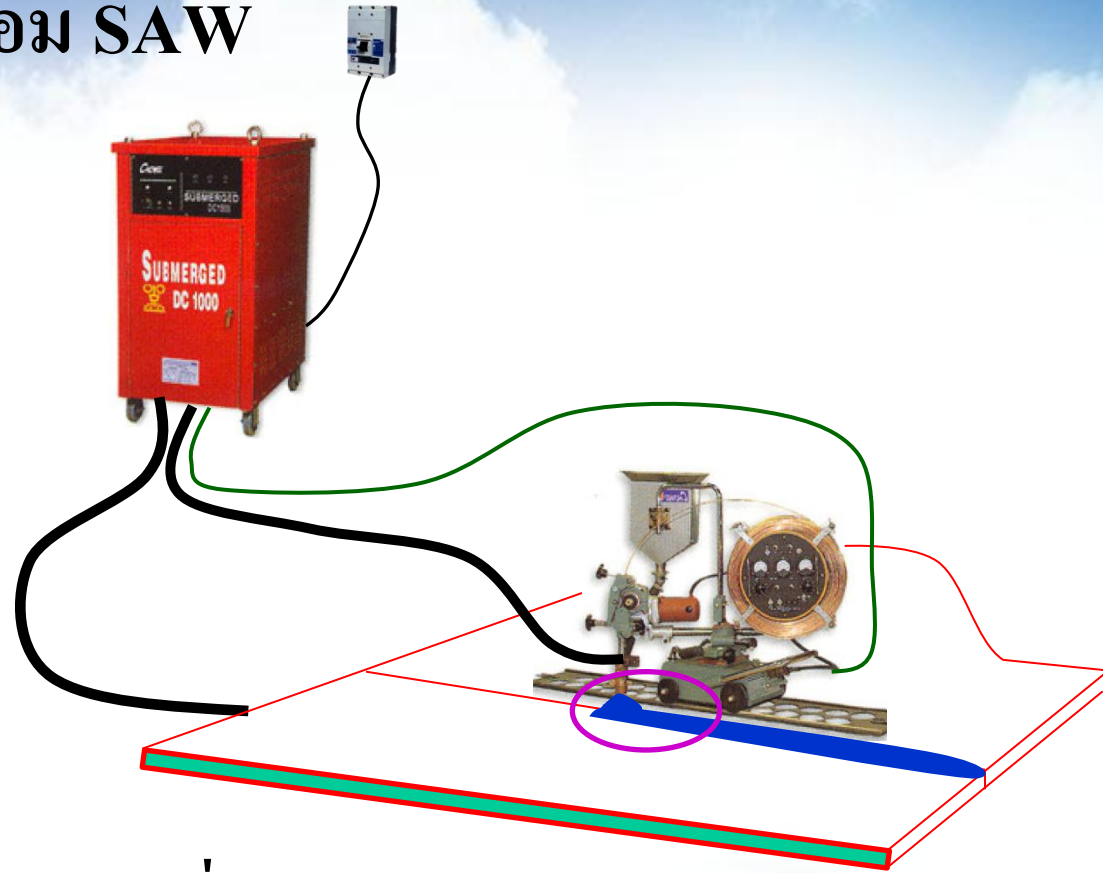
1. เครื่องเชื่อม

2. ชุดป้อนลวด

3. ลวดเชื่อม

4. ฟลักซ์และ โลหะที่นำมาเชื่อม

5. การเลือกพารามิเตอร์ในการเชื่อม



เครื่องเชื่อม (Welding Machine)

ส่วนมากเป็นเครื่องเชื่อมระบบ Transformer – Rectifier จ่ายกระแสเชื่อมแบบ DC โดยมีขนาดกระแสเชื่อมตั้งแต่ 500-1000 แอมป์

แต่อย่างไรก็ตาม เครื่องเชื่อมที่จ่ายกระแสเชื่อมแบบ AC ก็มีใช้ในอุตสาหกรรม เช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบว่ามีการใช้กระแสสูงถึง 1500 แอมป์ ในการเชื่อมงานบางประเภท



DC-600 AC-1200

Lincoln Electric

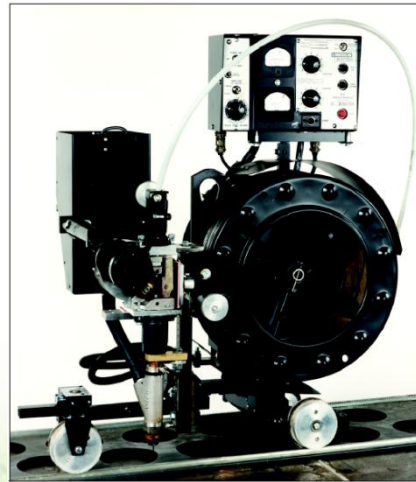
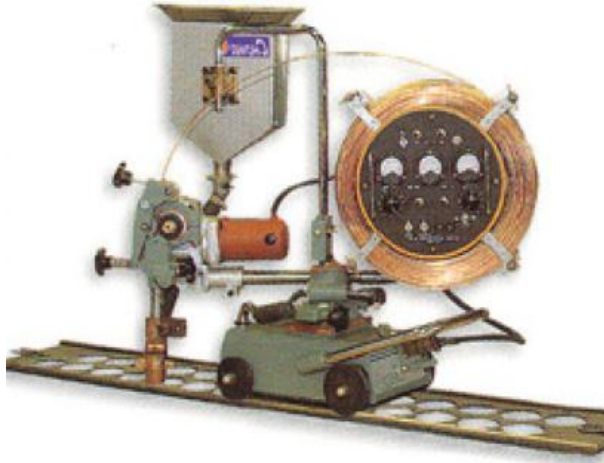


CHOWEL MD-1000



MILLER Submit Arc 1000

ชุดป้อนลวด (Wire Feeder)





ลวดเชื่อม (Welding Wire)

ลวดที่ใช้เชื่อมจะต้องเข้ากันได้กับโลหะที่นำมาเชื่อม ขนาดบรรจุประมาณ 25 ถึง 1000 ปอนด์ (11 ถึง 454 กก.) แบบม้วน (Coil) หรือแบบถัง (Drum)

ลวดเชื่อมจะมีการเคลือบทองแดงไว้เพื่อป้องกันสนิม ลดการสึกหรอของหัวทิพ และช่วยให้นำไฟฟ้าได้ดียิ่งขึ้น

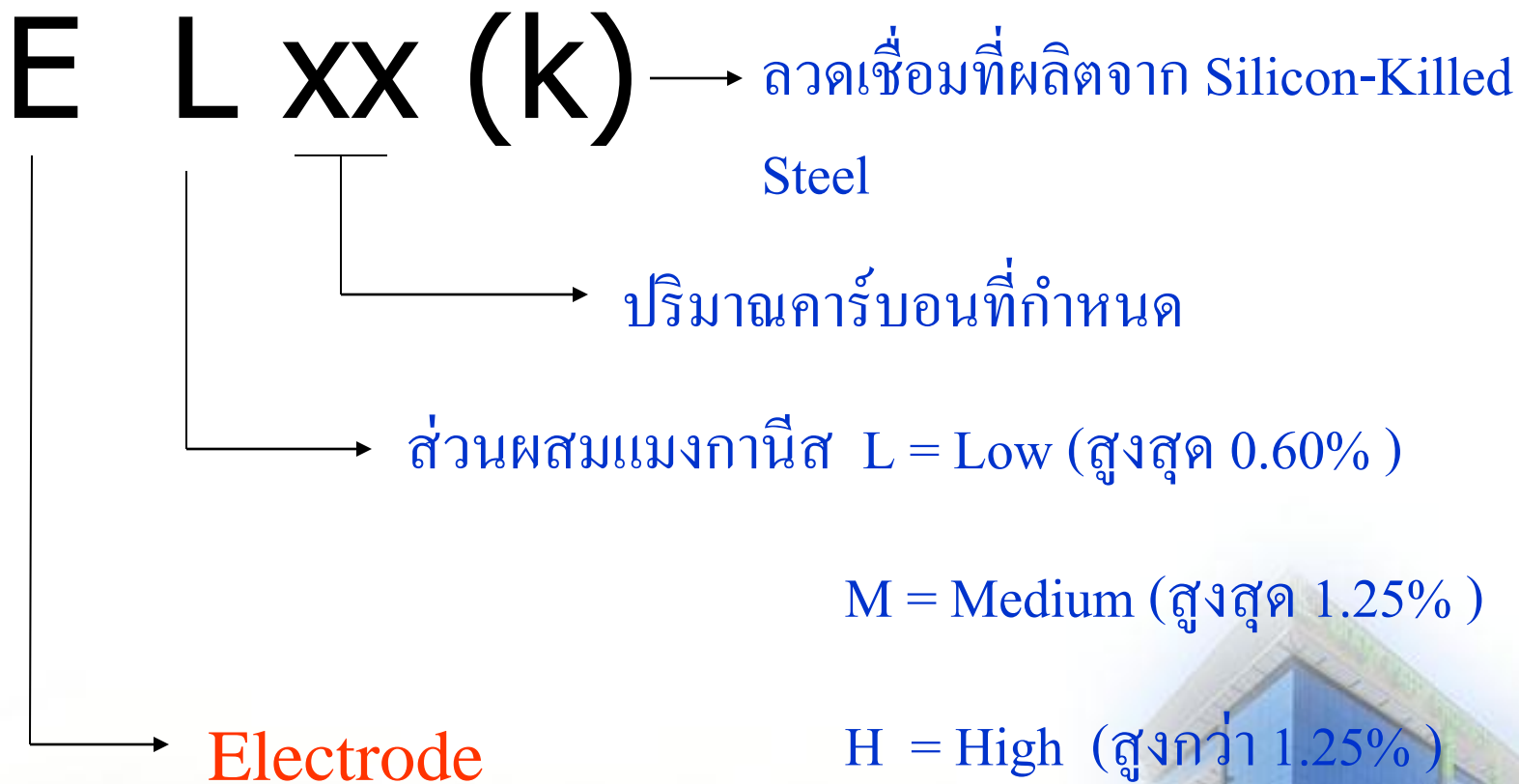
ขนาดลวดเชื่อมที่ใช้โดยทั่วไปจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ตั้งแต่ 1.6 ถึง 6.4 มม.





ลวดเชื่อมเหล็ก AWS A5.17-89

- EM 12
- EM 12K
- EH 14





ลวดเชื่อมเหล็ก AWS A5.17-89

กลุ่ม Low Manganese

EL8

EL8K

EL12

กลุ่ม Medium Manganese

EM12

EM12K

EM13K

EM14K

EM15K

กลุ่ม High Manganese

EH11k

EH12K

EH14





ลวดเชื่อม Submerged ของ Lincoln และ ESAB

ลวดเชื่อม LINCOLN Carbon Steel Electrodes (Chemistry)

LINCOLN ELECTRODE CLASSIFICATIONS As Required Per AWS A5.17-97

Wire	AWS/ ASME Class	AWS Wire Composition Limits ⁽¹⁾												
		%C	%Mn	%Si	%Cr	%Ni	%Mo	%Ti	%Zr	%Al	%V	%S	%B	%P
L-50	EM13K	.06-.16	.90-1.40	.35-.75	---	---	---	---	---	---	---	.030	---	.030
L-56	EH11K	.06-.15	1.40-1.85	.80-1.15	---	---	---	---	---	---	---	.030	---	.030
L-60	EL12	.04-.14	.25-.60	.10	---	---	---	---	---	---	---	.030	---	.030
L-61	EM12K	.05-.15	.80-1.25	.10-.35	---	---	---	---	---	---	---	.030	---	.030
LA-71	EM14K	.06-.19	.90-1.40	.35-.75	---	---	---	.03-.17	---	---	---	.025	---	.025
LC-72 ^(2,3)	EC1	.15	1.80	.90	---	---	---	---	---	---	---	.035	---	.035
L-S3	EH12K	.06-.15	1.50-2.00	.20-.65	---	---	---	---	---	---	---	.025	---	.025

ลวดเชื่อม ESAB

Wire

AWS CLASS

OK Autorod 12.10

EL12

OK Autorod 12.22

EM 12K

OK Autorod 12.32

EH 12K

OK Autorod 12.40

EH 14





ชนิดของลวดเชื่อมสแตนเลส

- USA → AWS A5.9-92

ลวดเชื่อมสแตนเลส (ต้น)

ใช้มาตรฐานเดียวกับลวดสำหรับการเชื่อม MIG, TIG

ER x x x L(H) AAAA

- ER 309LSi

- ER308L

ธาตุผสมอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น Si, Mo

L = Low carbon , H = High carbon

เบอร์เกรดของสแตนเลส

Electrode หรือ Rod



ฟลักซ์ (Flux)

ทำหน้าที่ปกคลุมแนวเชื่อมเพื่อป้องกันบรรยากาศโดยรอบเข้ามาทำปฏิกิริยากับน้ำโลหะที่กำลังหลอมละลาย ฟลักซ์จะทำให้บ่อหลอมละลายสะอาด ปรับปรุงสมบัติทางเคมีของแนวเชื่อม และมีอิทธิพลต่อรูปร่างแนวเชื่อมและสมบัติทางกลของแนวเชื่อมที่ได้

การเพิ่มแรงดันเชื่อม และระยะอาร์คทำให้เพิ่มอัตราการหลอมละลายของฟลักซ์ หากใช้ฟลักซ์ประเภทผสมธาตุเติมพิเศษ(Active Flux) จะทำให้ ธาตุเติมต่างๆ ผสมลงในแนวเชื่อมมากขึ้น



- Active Flux
- Neutral Flux
- Alloy Flux



Active Flux → LINCOLN FLUX Series 700

เป็นฟลักซ์ที่ควบคุมปริมาณแมงกานีสและซิลิคอนในส่วนผสมของฟลักซ์ เพื่อเพิ่มความต้านทานต่อการแตกร้าวและรูพรุน จากสาเหตุของความสกปรกในชิ้นงานหรือส่วนผสมทางเคมีของชิ้นงาน

โดยปกติ ฟลักซ์แบบนี้ จะเหมาะสำหรับการเชื่อมแนวเดียว (Single Pass) และการเปลี่ยนแปลง Arc Volt และ Arc Length จะทำให้คุณสมบัติของแนวเชื่อมเปลี่ยนไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อนำไปเชื่อมแบบ Multiple pass ดังนั้น จึงต้องควบคุม Arc Volt และ Arc Length เมื่อนำไปใช้เชื่อมแบบ MP และไม่ควรแนะนำให้เชื่อมแบบ MP ในชิ้นงานที่หนามากกว่า 1 นิ้ว

Neutral Flux → LINCOLN FLUX Series 800

เป็นฟลักซ์ที่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงส่วนผสมของแนวเชื่อม เมื่อเปลี่ยนแปลง Arc Volt และ Arc Length และเหมาะสำหรับการเชื่อมแบบ MP และไม่มีผลต่อการแตกร้าวและรูพรุน จากสาเหตุของความสกปรกในชิ้นงานหรือส่วนผสมทางเคมีของชิ้นงาน โดยเฉพาะการเชื่อมแบบ SP ดังนั้นฟลักซ์ชนิดนี้จึงไม่เหมาะสำหรับการเชื่อมแบบ SP

ฟลักซ์ LINCOLN # 780

เป็นฟลักซ์ที่มีลักษณะและประสิทธิภาพดีเหมาะสำหรับการใช้งานทั่วไป สแลกแข็งตัวเร็วทำให้เหมาะสำหรับการเชื่อมงานในส่วนโค้ง เช่น ผิวท่อหรือถัง และสามารถกำจัดสแลกออกได้ง่าย เป็น Active Flux เหมาะสำหรับการเชื่อม SP

ฟลักซ์ LINCOLN # 860

เป็นฟลักซ์ที่มีลักษณะการใช้งานได้ดี และให้ค่าความต้านทานต่อแรงกระแทกได้ดีเมื่อใช้กับลวดเชื่อม L-60 หรือ L-61 เป็น Neutral Flux เหมาะสำหรับการเชื่อม MP

FX3W/MFS316L-12KT	SAMPLE FLUX-CORE WIRE 316L 1.2mm./ KUANGTAI	4.00	0.00	4.00 P
FLUX-780	LINCOLN FLUX 25KG/BAG	325.00	375.00	700.00 P
FLUX-860	LINCOLN FLUX 25KG/BAG	1,000.00	0.00	1,000.00 P
FRU-3HP	FLUX RECOVERY FOR SUBMERGED WELDING MACHINE	0.00	0.00	0.00 M
K115-215	FLUX-CORED CABLE WELDED CUM AND CABLE ASSEMBLY 15FT 450A	0.00	0.00	0.00 P

โลหะที่นำมาเชื่อม

ในงานอุตสาหกรรมเชื่อมประกอบในปัจจุบันส่วนใหญ่มักจะเป็น เหล็กกล้าคาร์บอน แต่อย่างไรก็ตามอาจจะมีโลหะชนิดอื่นอยู่บ้าง ดังนี้

1. เหล็กกล้าคาร์บอนที่มีปริมาณคาร์บอนไม่เกิน 0.29 %
2. เหล็กกล้าผสมต่ำ (Low Alloy Steel) ที่มีค่า Yield point ถึง 100 ksi
3. เหล็กกล้าโครเมียม – โมลิบดีนัม ($\frac{1}{2}$ ถึง 9 % Cr และ $\frac{1}{2}$ ถึง 1 % Mo)
4. เหล็กกล้าไร้สนิม
5. โลหะผสมนิกเกิล





โลหะที่ไม่เหมาะสำหรับเชื่อมด้วย SAW

เหล็กหล่อ → ไม่สามารถทนต่อความเค้นที่เกิดจากความร้อน
เนื่องจากการอาร์คได้

อลูมิเนียม แมงกานีส ไทเทเนียม → ไม่มีฟลักซ์ที่เหมาะสม

ตะกั่วและสังกะสี → จุดหลอมเหลวต่ำเกินไป

