講

演

新電弧銲接方法に就て

正員 工學士 赤 崎 繁

Abstract.

On a New Method of Electric Arc Welding.

By S. Akazaki, *Kogakushi, Member.*

Methods of electric arc welding with metallic electrodes now used are classified into three; namely, hand welding, automatic welding and semi-automatic. However, in these methods the electrode has to be fed and moved along the weld line as it is melted.

The new method introduced by the author provides for the laying of the electrode directly (in the case of a bare electrode some clearance between the rod and the base metal is required for laying several short pieces of asbestos yarn transversely between them) on the weld line of the base metal, and as soon as the arc is started by shorting the electric current between the tip of the electrode and the weld metal with a piece of wire, the wire is removed, then the arc will move continuously at a constant speed and a constant arc length from the tip of the end (which is connected with the electric terminal wire), and the welding is completed.

The new method can be used in vertical, horizontal and overhead welding without any difficulty, just as easily as downward welding.

The new method requires neither the personal effort of the welder, as in hand welding, nor does it restrict the size and capacity of the welding machine, as in automatic welding.

The electric welding machine and electrode now in use can be employed with the new welding method without any alteration to them whatever.

第 1. 緒 言

現在行はれて居る金屬銲接棒を使用する電弧銲接方法は、手銲接方法、半自動銲接方法及び自動銲接方法に分けられるが、要するに何れにしても銲接棒を銲けるに伴れて繰出すと共に、銲接せんとする方向へ送つてやる方法である。

著者が新方法として照會せんとする方法は、銲接棒を銲接線上に直接寝かせて重ねた儘繰出しも送りも行はずに銲接する方法であつて、猶ほ研究を要する點は多々あるが、本方法を述べて一般に利用

せられん事を望むと共に、忌憚なき批判を得たいと切望する次第である。

第 2. 方 法

本銲接方法は手銲接、半自動銲接又は自動銲接方法が、銲接中銲接棒の銲けるにつれ銲接棒を手又は機械で繰出しと送りとを行ふのに反して、銲接棒を銲接又は肉盛りを行はんとする銲接線上に直接寝かせて重ね(但し裸棒の場合には石綿紐等の可燃性不導體の枕を二、三箇處横たへ、母材と適當年隙を設けて重ね)銲接棒の先端と母材とを短い針金、炭素棒又は銲接棒の使用残屑等の適當年導體で一時間短絡して電弧を發生させ、其儘放置し繰出も送りも行はない方法であつて、電弧は引續き一定の長さ及び一定の速さを以つて銲接棒の末端に向ひ進行し、銲接棒の長さだけ銲接せられるのである。

電源及び接地の導き方は從來の方法と全く同じである。bead の第 2 層、第 3 層等を置く場合も、初めの層の銲滓を完全に除去して次の層を置けば、銲着金屬内に氣泡滓泡の混入する事は殆んど無い。

下向銲接の場合は銲接棒を銲接線上に直接重ねた儘にて特に固定しなくとも宜しいが、豎、豎水平又は上向銲接の場合には、手又は磁鐵片等で落ちぬ様に銲接棒の末端を固定すれば可い。長い銲接棒を使用する場合には、中間を處々磁鐵片等で押へて置き、電弧が其部分迄進行して來た都度取去れば可いのである。但し豎向銲接に於ては下方より上方に向つて銲接を進めねばならない。逆に上方より下方に向つて銲接を進めると短絡する。又銲接棒を數本並べて同時に銲接する事も出来るが、此の場合には電源を棒毎に別々に導く方が宜しい、一纏めにして導くと各棒の電弧の進行にむらが出来て良くない。斷續銲接の場合には電弧が第一の銲接の終りに來たとき、電弧の發生を其儘續けつゝ銲接棒の先端が次の銲接の始まりの位置に來る迄速かに銲接棒をずらして次の銲接を行ひ、次々と斷續銲接を行へば宜しい。

寫眞 (I) は下向及び豎向銲接の場合の銲接棒取付け方を示したものであるが、豎水平及び上向銲接の場合も豎向の場合と同様である。

銲接棒保持器は普通の手銲接に使用せられて居るもので差支はないが、寫眞に示す様な電磁石又は永久磁石で固定する如くしたものが便利である。

電弧發生方法は寫眞 (II) に示す様に銲接棒の使用残屑を銲接棒の先端から一、二耗離して母材に垂直に當て、次に遮光硝子で眼を遮つてから、寫眞 (III) に示す様に銲接棒の屑を母材に當てた儘傾けて銲接棒の先端に一寸觸れ短絡して寫眞 (III) の様に電弧が發生したら、直ちに屑棒を元の垂直に戻して、電弧を母材の方に移しながら屑棒を取去れば可いのである。

寫眞 (V) は銲接中を示す。

寫眞 (VI) は bead を裸棒で置いたもの、銲接棒 2 本同時に置いたもの、銲接棒を曲げて曲線に置いたもの、内徑 25 耗で長さ約 300 耗の鋼管の内部に置いたものと其の切斷面、及び 4 耗棒で 12 層肉盛したものと其の切斷面を示す。

寫眞 (VII) は上向、豎、豎水平及び下向で置いた bead 及び其の切斷面を示す。

寫眞 (VIII) は V 型衝合銲接の一例を示す。

第 3. 電弧銲接機竝に電流

電弧銲接機は現在の直流竝に交流銲接機共に其儘で使用が出來、厚さ 1 耗の鋼板を銲接する場合でも高周波銲接機の様な特殊のものを用ひる必要は無い。高周波銲接機を用ひると、普通の銲接棒では棒の勝手な所から電弧が発生して棒が其處から切れてしまふので銲接が困難である。銲接電流の強さは手銲接の場合より心持弱い位が適當である。

第 4. 銲 接 棒

現在一般に使用せられて居る銲接棒は裸棒及び被覆棒共に其儘で本銲接方法に使用が出来る。

特に被覆棒では本銲接方法で bead を置いて見ると、被覆の銲け方が一樣であるか又はむらがあるか明らかに見分けが付き、又寫眞 (IX) に示す様に一見直ちに被覆の良否が判定出来るので、將來被覆棒の被覆の試験方法として最も適當な方法であると考えへる。

又 bead を置いて見て四、五日過ぎて bead の表面に小さな割れが出来る様な銲接棒は不良な棒であつて、此様な棒を使用すると、銲接後構造物の銲接線に小さな割れが澤山出来るのである。

寫眞 (IX) は被覆の銲け方が一樣で銲滓が完全に銲着金屬を覆ひ、從つて銲着金屬の肌が美しい Arcos 棒の例と、完全に覆ふが氣泡が表面に澤山出來又銲け方に少しむらがあるので銲着金屬の肌が餘り美しくない新 Murex 棒の例と、次に被覆の銲け方にむらがあり銲滓の覆ひ方も不完全で從つて銲着金屬の肌が凸凹である粗惡棒の例を示す。

第 5. 銲 接 棒 の 被 覆

現在一般に使用せられて居る銲接棒の被覆は大體使用上差支はないが、本銲接方法に最も適すると考へられる被覆の條件を列記すれば次の通りである。

(イ) 熱の爲め被覆が直ぐに柔くならぬこと。

銲接中被覆が熱の爲め直ぐ柔くなり鋼板へ附着するものは電弧が短絡し易く、短絡した場合其儘再び電弧を發生させる事が多少困難である。

(ロ) 銲接棒を曲けても被覆が直ぐに剥げぬこと。

直線部を銲接する場合には問題でないが、曲線部を銲接する場合には、銲接棒を銲接線の曲りに沿つて曲けて行ふ故、棒を曲げた際に被覆の剥げ易いものは剥げた部分で電弧に變化が起る故銲着金屬に凸凹が出來て良くない。但し初めから曲げた心線に被覆したのものを用ふ場合は別である。又緩かに曲げたい場合には木綿布又は紙等で巻いて曲げると被覆に割れは這入るが剥げないで曲げる事が出來

る。

(ハ) 被覆の成分が一樣で粒の小さいこと。

被覆の成分が一樣でないと銲け方にむらが出来て銲着金屬の表面が凸凹になる。又金屬粉末の大粒のものが混入して居ると銲接中其處で短絡するので良くない。殊に徑 1 耗の銲接棒では此の影響が大きい。

(ニ) 被覆の厚さは棒の首尾を通じ一樣であつて、被覆棒の外徑は心線の直徑の約 1.4 倍以内であること。

被覆の厚さが棒の首尾を通じ一樣でないと電弧の長さが變化するので宜しくない。棒の首尾を通じ被覆内で心線が同一方向に偏心して居るのは差支がない。被覆が銲着金屬を覆ひ得る範囲内で薄い程銲着金屬の肌は美しい。被覆が厚いと銲着金屬の肌が美しくないばかりでなく、V 型及び特に T 型銲接の場合電弧が母材の片方又は左右交互に發生し、従つて銲着金屬が片方又は左右交互に銲着する。

内外國製銲接棒 10 種に就き棒徑 1.5~6 耗の被覆棒及び其の被覆を取去つた心線に就いて、本銲接方法の下向で bead を置いて、銲着金屬の幅、銲込み及び盛上りを、心線の直徑の倍數で計り其平均を取ると次の様になる。

棒 徑 mm	T mm	B の 平 均		H の 平 均		P の 平 均		備 考
		直流にて 裸 棒	交流にて 被 覆 棒	直流にて 裸 棒	交流にて 被 覆 棒	直流にて 裸 棒	交流にて 被 覆 棒	
1.5	3.0	1.90	1.33	0.47	0.67	0.52	0.33	B, H 及び P の 平均の各数字は 棒径の倍数で示 す。
2.0	5.0	1.50	1.35	0.55	0.40	0.40	0.38	
2.5	5.0	1.32	1.40	0.60	0.60	0.38	0.34	
3.0	6.5	1.53	1.74	0.67	0.54	0.39	0.49	
4.0	6.5	1.58	1.63	0.59	0.52	0.42	0.38	
5.0	13.0	1.54	1.74	0.54	0.54	0.61	0.57	
6.0	13.0		1.87		0.45		0.68	
平 均		1.56	1.58	0.57	0.53	0.45	0.45	
裸及び被覆棒両者の平均		1.57		0.55		0.45		

即ち銲着金屬の幅は銲接棒心線の直徑の 1.57 倍、盛上りは 0.55 倍、銲込みは 0.45 倍となる。

従つて被覆棒の外徑が心線の直徑の 1.57 倍より太い時には次圖の様に T 型銲接では電弧が母材の片方又は左右交互に發生し、銲着金屬が母材の片方又は左右交互に銲着せられる事が了解出来る。V 型でも同様である。

第 2 圖

實驗の結果は被覆棒の外径が心線の直径の 1.4 倍以内のものならば電弧が母材の片方又は左右交互に發生する虞れなく溶接し得られる。

第 6. 溶接棒の心線

本溶接方法に於ては溶接棒の心線の切斷面の形狀を三角、四角又は橢圓形等にする事を考へられるが、現在迄の所圓形にて何等不都合なく、曲線部を溶接する場合などは圓形の方が便利である。

然し特殊の場合には研究の必要があるものと考へられる。

第 7. 溶接棒の溶着率

厚さ 6.5 耗の軟鋼板に 4 耗棒で下向の bead を置いて、其溶着率の平均を測つて見ると次の様にな

溶接方法	棒 種	電 流	實際消費した棒の重量		實際溶着した重量 C g	溶 着 率 %	
			被覆の儘 A g	心線のみ B g		$\frac{A}{C} \times 100$	$\frac{B}{C} \times 100$
本溶接方法	裸 棒	直 流		40.5	33.4		82.5
"	被 覆 棒	交 流	71.0	63.0	57.0	80.3	90.5
手溶接方法	"	"	68.0	60.3	53.0	77.9	87.9

る。従つて本實驗の結果に依れば、本溶接方法で溶接すると手溶接に比して、被覆棒の場合約 3% 多く溶着せられる。

第 8. 溶接接手の形状

本溶接方法で bead を置くと、消費した溶接棒心線の 90% (裸棒では 82%) が溶着せられ、溶着金屬の長さは消費した心線の長さに等しく、幅は心線の直径の 1.57 倍、盛りりは 0.55 倍、溶込みは 0.45 倍なる事を基として研究の結果、衝合接手の形状は次の如くするのが良い。

(イ) 厚さ 1~2.5 耗の鋼板接手は開先を取らず間隙を 0.2~0.5 耗として、鋼板の厚さより半耗太い棒径のものをを用ひ 1 層溶接とすること。

(ロ) 厚さ 3 耗の鋼板接手は開先を 20°~90° 取り、間隙を 1 耗として、4 耗棒で 1 層溶接とすること。

と。

(ハ) 厚さ 4~7 耗の鋼板接手は開先を 90° とし肩を 1 耗残し、間隙を 0.5~1 耗として、厚さ 4 耗の鋼板接手ならば 3 耗棒で 1 層置いて、其上に 5 耗棒で 1 層置く。厚さ 7 耗の鋼板接手ならば 4 耗棒で 1 層置いて、其上に 5 耗棒で 2 層置く如くすること。

(ニ) 厚さ 8 耗以上の鋼板接手は、開先を 90° とし肩を 1 耗残し、間隙を 1~1.5 耗とし多層銲接としても良いが、下圖の如く U 型、I 型又は二重 U 型とし互ひ違ひの 2 層宛を下から上に段々重ねて行くのが良い。間隙と肩は各 1 耗とし、A の寸法は 3 耗棒を使用する時は 8 耗、4 耗棒を使用する時は 10 耗、5 耗棒を使用する時は 13 耗とするのが良い。

第 3 圖

寫眞 (X) は衝合接手及び重接手を示す。

寫眞 (XI) は同上接手の切斷面を腐蝕して示す。

寫眞 (XII) は T 型及び角接手の切斷面を腐蝕して示す。

寫眞 (XIII) は T 型、角及び V 型接手竝に夫等を屈曲したものを示す。

第 9. 銲接接手の強力

I. 本銲接方法下向にて厚さ 12 耗の軟鋼板を 90° の開先を取り、肩を 1 耗残し間隙を 1 耗とし、交流にて Arcos 棒 (4 耗棒にて 1 層置き其上に 5 耗棒にて 7 層置く) を用ひ衝合銲接をなし、試験の結果次の如き成績を得た。

(イ) Izod 衝撃屈曲試験成績

試験片番號	母材(壓延方向) 勢力 kg-m	銲接片(銲接線に直角) 勢力 kg-m	母材平均に對する各 銲接片の勢力百分率 %	備 考
1	10.2	7.3	84	寫眞 (XIII) 及び (XV) に 銲接部及び試験片の X 線 寫眞を示す。
2	10.5	7.6	87	
3	10.6	7.6	87	
4	6.6	7.5	86	
5	6.9	7.5	86	
6	9.3	7.4	85	
7	9.7	7.5	86	
8	7.0	7.2	83	
9	8.6	7.7	88	
10	7.3	7.1	81	
平 均	8.7	7.4	86	
手 銲 接	5.3	4.2	80	

手溶接の成績は當所に於ける手溶接方法に依る Arcos 棒を使用した是迄の成績の平均である。

(ロ) Haigh 繰返抗張壓縮試験成績

溶接方法	疲 勞 限 kg/mm^2		母材對溶接片の疲勞限百分率 %	備 考
	母 材	溶 接 片		
本溶接方法	20	18	90	寫眞 (XVI) 及び (XVII) に溶接部及び試験片の X 線寫眞を示す。
手溶接方法	20	19	95	當所に於ける Arcos 棒を使用した是迄の成績の平均。

(ハ) 抗張力試験成績

V 型と比較の爲め同じ母材で I 型及び U 型の衝合溶接をしたものゝ抗張力試験も行つた。

寫眞 (XXI) は V, I 及び U 型衝合溶接部の切斷面を腐蝕して示す。

試験片種類	SW 型 試 験 片			抗 張 力 kg/mm^2	伸 %	備 考
	標點距離 mm	幅 mm	厚 mm			
母 材	40.0	38.0	12.0	52.0	25.5
〃	〃	〃	〃	50.6	26.0	
平 均				51.3	25.8	
V 型接手	40.0	38.0	11.2	56.6	16.0	寫眞 (XVIII) 及び (XXIII) に試験片及び X 線寫眞を示す。
〃	〃	〃	11.4	56.1	15.3	
平 均				56.4	15.7	
I 型接手	40.0	38.0	11.2	55.0	9.8	寫眞 (XIX) に X 線寫眞を示す。
〃	〃	〃	〃	54.5	9.3	
平 均				54.8	9.6	
U 型接手	40.0	38.0	11.8	58.6	9.5	寫眞 (XX) に X 線寫眞を示す。
〃	〃	〃	11.2	59.1	8.5	
平 均				58.9	9.0	

II. 厚さ 7 耗の軟鋼板を V 型衝合溶接したものゝ抗張力試験成績は次の通りである。

試験片 種類	SW 型 試 験 片			抗 張 力 kg/mm ²	伸 %	備 考
	標點距離 mm	幅 mm	厚 mm			
母 材	40.0	38.0	7.0	55.5	20.4	
銲 接 片	40.0	38.0	7.0	59.7	15.3	寫眞 (XXIII) に試験片を示す。
〃	〃	〃	〃	61.0	15.3	
〃	〃	〃	〃	58.6	13.4	
平 均				59.8	14.7	
手 銲 接	40.0	38.0	7.0	55.0	11.0	

手銲接の成績は當所に於ける手銲接方法による Arcos 棒を使用した是迄の成績の平均である。

試験片 種類	AI 型 試 験 片			抗 張 力 kg/mm ²	伸 %	備 考
	標點距離 mm	幅 mm	厚 mm			
母 材	200.0	60.0	7.0	45.1	25.3	
銲 接 片	200.0	60.0	6.9	52.0	22.0	寫眞 (XXIII) に示す。
〃	〃	〃	〃	52.0	22.0	
〃	〃	〃	〃	52.5	22.1	
平 均				52.2	22.0	
手 銲 接	200.0	60.0	7.0	44.9	15.0	當所に於ける手銲接方法による是迄の成績の平均。
銲 接 片	200.0	60.0	6.6	50.6	22.1	接手に平行に採つた試験片 にて

III. 厚さ 1~10 耗の軟鋼板の V 型衝合接手の抗張力試験の結果は次の通りである。各接手と其の切斷面は寫眞 (X) 及び (XI) に示す。銲接部の X 線寫眞は厚さ 4.5 耗のものを一例として寫眞 (XXII) に示す。

鋼 板 の 厚 mm	SW 型 試 験 片			抗 張 力 kg/mm ²	伸 %	備 考
	標點距離 mm	幅 mm	厚 mm			
1.0	40.0	38.0	1.0	45.0	13.0	
〃	〃	〃	〃	43.2	11.0	
1.5	〃	〃	1.5	47.7	13.0	
〃	〃	〃	〃	47.4	15.0	
3.0	〃	〃	3.1	38.6	13.0	
〃	〃	〃	〃	43.0	21.0	
4.5	〃	〃	4.7	54.5	11.0	

〃	〃	〃	〃	55.0	13.0
8.5	〃	〃	8.4	51.1	16.0
〃	〃	〃	〃	48.6	13.0
〃	〃	〃	〃	47.6	13.0
10.0	〃	〃	10.0	62.1	10.0
〃	〃	〃	〃	53.2	8.0
〃	〃	〃	〃	56.8	9.0

IV. V 型衝合接手を 180° 屈曲した場合及び下型竝に角接手を 90° 曲げた場合共に銲接部に龜裂を生じなかつた。寫眞 (XIII) 及び (XXIII) に示す。

V. 全銲着金屬抗張力試驗成績

銲接方法	銲接棒種類	試 験 片		抗 張 力 kg/mm ²	伸 %	備 考
		標點距離 mm	直徑 mm			
手銲接方法	アーコス スタビレンド	50.0	14.0	59.5	17.1	2 本の 平均値
本銲接方法	同 上	〃	〃	53.7	31.3	〃

第 10. 結 言

本銲接方法で銲接する時は、手銲接の如く銲接工の技倆により銲接の良否が左右せらるゝ事なく、又自動銲接の如く機械の種類及び大いさ等に依る銲接範圍の制限を受ける事も無い。従つて銲接したものゝ試験成績にむらが無い様に銲接を信頼する事が出来るのである。但し現在金屬銲接棒に依る電弧銲接が有する缺點は免れ得ないのであつて、之れは銲接棒の改善等に俟たねばならないのであるが、本銲接方法で bead を置いて見ると、第 3. 銲接棒に述べる如く銲接棒の性質を明らかにする事が出来、又電弧の長さを一定に保ち得るので、銲接の研究竝に銲接棒改善研究の助けとなるものと信ずる。終りに本研究に終始熱心に従事された田梅靜一氏の勞に對し厚く感謝する。

討 論

○會長(藤島範平君) 只今の御講演に對して御質問又は御意見のある方は御述べを願ひます。

○福田烈君 此の御研究は非常に面白いと思ひます。殊に被覆棒の良否を見分け得る點が効果的であります。銲接部分の抗張力が銲接工の技倆の優劣と銲接棒の良否との關係が不可分がよく判らなかつた。之を解析出來ぬのが不便と思つて居りましたが、此の方法を用ふると技術上の優劣と銲接棒の良否とが別々に判る様にする事が出来ると思はれます。所で御發表になつたのは銲接片の眞中の所だけの成績の様に思はれます。手銲接では接目の strength が問題となりますが、本銲接法に於ける接目の處の御研究はおやりになつて居りましたか何うか御尋ね申し上げます。

○赤崎繁君 接手は此の方法では問題にならないのです。馴れると接目が殆ど見分けがつかなくなるので、試験は行つて居りませんが、今後接手をやつて見てもよいと思ひます。

○福田烈君 尙寫眞で見ると end に erator が出來て居る様ですが、手銲接では此の erator の害を減らす事に困つて居るのです。此の點の御考は如何ですか。

○赤崎繁君 後で棒の end で arc を切る時手加減すれば erator が少くなります。

○福田烈君 もう一つ伺ひ度い事は、表の Izod test に於て母材の勢力が此の試験片では 8.3kg-m 手銲接では 5.3 kg-m で母材としては可成り違つて居る様に思はれますが、何か理由があるのですか。

○赤崎繁君 Izod の試験は各銲接棒の比較の爲め取つたので、約 5 種程やりまして arcos 棒の時の母材は、そうなつて居りましたので其儘の成績を出して居ります。母材が同じですから平均すれば、8.2 kg-m となるのですが、實際はそう出て居るので Izod の造り方が悪かつたのか何うか判りません。

○福田烈君 有難う御座いました。

○會長(藤島範平君) 何方か他に御意見のおありの方はありませんか。御意見がなければ此席より一言御禮を申し上げます。電氣銲接は我國に於て長足の進歩を遂げました。殊に海軍に於ては多數の御方が色々研究を積まれ屢々論文を御提出になつたのであります。そして今度は又赤崎君から新しい方法を發表され吾々は大いに參考になりました。此の方法を以て更に研究を重ねられたら、銲接に更に大なる進歩を齎す事と思ひます。(一同拍手)

(I) 銲接棒取附方法