學 術 論 文

交流アークの極性効果による電流の直流分について*

不活性ガス・アーク溶接の場合の直流分

安 藤 弘 平**

On the D. C. Component of A. C. Arc Current due to the Polarity Effect of the Arc Voltage*

By K. Ando**

Abstract

The d. c. component of welding current of a. c. arc welder in inert gas arc welding of aluminum using tungsten electrode is discussed and is shown in table 1 and 2 the calculated results assuming secondary open voltage E_{20} , unbalanced arc voltage E_{A1} , E_{A2} of rectangular wave form, resistance r and reactance X of secondary circuit.

内 容 梗 概

不活性ガス気中の交流電源によるアルミニウムのアーク溶接,あるいは炭素電極と軟鋼板との間の大気中の交流アーク溶接の場合に起るアーク電圧の極性効果による電流の直流分について考察を加え,回路の抵抗と直流分との関係を数値計算によって示している。

I は し が き

アメリカにおいては不活性ガス気中のアーク溶接が急速に実用化されている。交流電源によってタングステン電極とアルミニウム母板との間にアークを発生せしめるのであるが,この場合アーク電圧は第1図(a)の如く,タングステンが陰極となった半波は低く,アルミニウムが陰極となった半波は高く,電流はアーク電圧が高い半波では流れ難く,電流波形は(b)図に示すようになる。この電流を点線で示したような水平線を引いて考えると,完全な交流と直流との和として示されることになる。この電流の直流分は溶接変圧器の鉄心を偏極せしめ,一次側の磁化電流を増大しアークエネルギーにも影響を与えるので,アメリカの Welding Journal にもこの問題が数回に亘って採り上げられて報告されている。^{1) 2)}しかしその記述は電気の専門家でない溶接技術者のための記事であるためか,いささ

か低俗で厳密を欠き,ウカツに読むと誤解を生ずるような所がある。たとえば次のように記されている。リすなわちアーク電圧は正の半波と負の半波とでその値が異なり,従って端子電圧を直流電圧計で測ると電圧の直流分が読める。この値は電流の直流が少しも流れないようにした場合(直列コンデンサーを用いた場合)には6~8Vであるが,直流分が流れることを許すと1.5~2.5Vに低下する。この電圧

ホ 1 図

の直流分は arc battery と考えればよく,電流が流れて電圧が低下するのは電圧変動率として考えればよい。この直流分を二次回路の抵抗で割っただけの直流電流が流れるが,二次回路の抵抗は導線の抵抗によって変化するので,電流の直流分は溶接現場の条件によって変化する。と誌されている。¹⁾この論法をウカツに活用すると,二次側の抵抗が理想的の場合として零となると直流電流は無限大とな

* 原稿受付 昭和27年6月(昭和27年度溶接学会春季学術講演会において発表)

** 正員,大阪大学工学部 Member, Faculty of Engineering, Osaka University.

るかの如く速断することになるが、たとえ抵抗が零であっても後に述べる如く直流電流はある限度を超えない。

この直流分については著者は嘗て報告したことがあるが、⁶⁾の不活性ガス溶接がわが国でも新しく問題として採り上げられようとしているので、いささか詳しくここに論ずる次第である。

Ⅱ 定性的の考察

アーク電圧が高い半波の方が低い半波に比べてその継続時間が短くなることは第1図のようなオシログラムによって実験的によく認められる所であるが、このアーク電圧と継続時間との積は、回路抵抗を零と假定すると、正極及び逆極において互に相等しく、端子電圧の直流分は完全に零となることが、次の如く理論的に容易に結論される。

今電源の交番電圧を e 、リアクタンスを $Z = \omega L$ 、抵抗を R とし、流れる電流を i 、アーク電圧を e_a とすると、電圧の瞬時値に対して次式が成立する。

図 2

$$e = L \frac{di}{dt} + Ri + e_a \quad (1)$$

先ず簡単のため回路抵抗 R を零として

$$e = L \frac{di}{dt} + e_a \quad (2)$$

について考えると、(2)式を電源周波の1周期について積分したものを考えると、左辺は交番電圧の1周期間の積分であるから零となる。右辺第1項も1周期を経れば i は初めの値に戻るからやはり零となる。

$$\therefore \int_{-1 \text{ 周期}} e_a dt = 0 \quad (3)$$

従ってアーク電圧を第2図の如く正の半波で E_{A1} 、負の半波では E_{A2} なる一定値の矩形波であるとし、その継続時間をそれぞれ θ_1 、 θ_2 とすると、 E_{A1} 、 E_{A2} として絶対値をとると (3) 式は次の如くなる。

$$\left. \begin{aligned} E_{A1}\theta_1 &= E_{A2}\theta_2 \\ \text{ただし } \theta_1 + \theta_2 &= 2\pi \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

次に抵抗を考慮に入れて (1) 式を考え、1周期についての積分を考えると、(1) 式の左辺及び右辺第1項は零となるから

$$R \int_{-1 \text{ 周期}} i dt + \int_{-1 \text{ 周期}} e_a dt = 0 \quad (5)$$

i が第1図、第2図の如く流れるとき、これを直流分と交流分とに分けて考えると、上式の第1項は直流分に対する積分となる。従って符号を適当にとると上式から

$$\begin{aligned} & (\text{抵抗 } R) \times (\text{直流分電流}) \\ & = \text{アーク端子に得られる電圧の直流分} \quad \cdots (6) \end{aligned}$$

となる。従ってアメリカの文献に記されている「アーク電圧の直流分を回路抵抗で割っただけの直流電流が流れる」というのは何等誤りではないが、これは実は二次回路に関する電圧の直流分についてキルヒホッフの第二法則を述べただけで*、回路抵抗が零ならば電圧の直流分は (3) 式の如く自動的に零となってしまう。すなわち二次側の直流電圧については arc battery とか電圧変動率などの考え方は適用し得ない。

以上は電圧の直流分についてであるが、以下電流の直流分について考察を進める。アーク電圧が第2図の如く正の半波と負の半波とにおいて異なる場合に電流が図の如き著しい不平均となることは、定性的には次の如く容易に理解することができる。すなわち電流が第2図の P_1 点なる位相において零から増大するとき、その増加速度は主として回路のインダクタンスによって支配せられるが、電圧の高い半波 (E_{A1}) に於ては既に述べたようにその継続時間が短いため、充分増加する暇がなく、従ってその値は小さく、反対に低い半波 (E_{A2}) では充分の暇があり、大きな値となる。さらに正しく云えば、 E_{A1} なる電圧の高い半波ではその出発点 P_1 が既に電圧の零の点 O_1 からはなはだ遅れた位相の点にあるが、(これは後に明になるが、たとえこの P_1 が如何なる位置にあるとしても)、この半波はいわば負荷抵抗が高いのであるから、その力率はよくなり、電流の位相は電圧の位相に近くなるはずで、従って時間が経過して、その電流が零となる位相 P_2 点附近では上述の性質を充分示すようになる。これがため P_2 は O_2 に近い。 E_{A2} の半波では上に述べるように P_2 が電圧零の点 O_2 に近いのであるから、過渡現象の理論でよく知られている如く、その半波の期間は、 E_{A2} が低いことと相まって、1周期 360° に近い長い期間となる。 E_{A1} と E_{A2} とが相等しい普通の平衡したアーク負荷では P_1 と O_1 との間の位相差はもちろん 90° 以下であるが、 E_{A1} と E_{A2} とが異なる場合には、 P_1 は O_1 より遅ざかり、 P_2 は O_2 に近づき、後に数値例で示す如く P_1 は O_1 より 90° 以上

* 変圧器の一次側からは、磁束変化によって交番電圧のみが誘起供給せられ、直流電圧は供給されない。

も距ることもある。従って P_1 点から電流 i_1 が増大する場合、これを加速するための電源電圧は既に最大値を越えた低い値であり、一方 E_{A1} は高いので、電流の加速は小さく、かつ継続時間は短かいので、結局その半波の電流は小さくなる。かくして E_{A1} の半波と E_{A2} の半波とに於て電流に著しい差が生じて大なる直流分が生ずることが理解出来る。第 2 図は電源電圧を 80V として $E_{A1}=40V$, $E_{A2}=20V$ とした場合の波形の計算値を示す。後掲第 1 表(c) 参照。

上の考察では回路抵抗を考慮に入れていないが、抵抗があると電流の交流分はあまり変化しないが、直流分は著しく減少する。これは次の如く理解できる。すなわち抵抗がある場合にも無い場合と全等の不平衡電流が流れると仮定すると、抵抗による電圧降下は E_{A1} の半波と E_{A2} の半波とにおいて著しく異なることになる。この抵抗による電圧降下は E_{A1} , E_{A2} と全相で、これに加わり合い、従って電圧の低い半波の E_{A2} は抵抗による大なる電圧降下によって補われ、電源から見れば負荷電圧の不平衡が緩和せられたかの如くなる。従って直流分は減少する。交流分

は抵抗によってあまり変化しないことは普通の平衡負荷の場合と全等である。

上に述べる如く二次回路に抵抗があると電流の直流分は抑制せられるが、抑制作用は直流分が流れることを前提としているから、あまり強力には効かないわけである。

Ⅲ 数式による計算とその考察

抵抗を無視した場合 アーク電圧が第 2 図の如く矩形波であるとして、回路抵抗を無視すると (2), (4) 式が成立する。時間の原点を電流が零を通過する P_1 (P_2) にとると、電源電圧は

$$e = \sqrt{2} E_{20} \sin(\theta + \varphi_1) \dots\dots\dots (7)$$

として示され、電流は (2) 式から

$$i_1 = \frac{\sqrt{2} E_{20}}{Z} \sin(\theta + \varphi_1 - \frac{\pi}{2}) - \frac{E_{A1}}{Z} - \frac{\sqrt{2} E_{20}}{Z} \sin(\varphi_1 - \frac{\pi}{2}) \dots\dots\dots (8)$$

となる。たゞし上式右辺の第 1 項は $E_{A1}=0$ とした場合の短絡定常電流 (第 2 図の i_s) であり、第 2 項は一定電圧

表 1 抵抗を無視した場合の計算結果

	a	b	c	d	e	a-1	c-1	a-2	b-2	c-2
無 負 荷 電 圧 $E_{20}(V)$	80	80	80	80	80	80	80	160	160	160
(短 絡 電 流) $I_s (A)$	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
アーク電圧 $E_{A1}(V)$	30	35	40	45	48	15	20	30	35	40
(矩 形 波) $E_{A2}(V)$	30	25	20	15	12	15	10	30	25	20
直 流 分 $I_D(A)$	0	33.2	63.9	89.8	102.0	0	69.0	0	35.8	69.0
(電 交 流 分 $I_{AC}(A)$	91.3	91.3	91.4	92.0	92.6	97.9	97.9	97.9	97.9	97.9
実 効 値 $I_e(A)$	91.3	97.3	112.0	129.0	138.3	97.9	120.0	97.9	104.3	120.0
平 均 値 $I_{av1}(A)$	81.7	61.6	41.3	24.3	15.8	88.0	45.0	88.0	66.0	45.0
$I_{av2}(A)$	81.7	100.8	116.6	127.8	135.2	88.0	126.1	88.0	108.6	126.1
アーク電力 $P_A(kw)$	2.45	2.36	2.11	1.71	1.41	1.32	1.14	2.64	2.55	2.28
エネルギーの比 $\frac{W_1}{W_2}$	1.00	0.61	0.35	0.19	0.12	1.00	0.36	1.00	0.61	0.36
θ_1 (度)	180	150	120	90	72	180	120	180	150	120
θ_2 (°)	180	210	240	270	288	180	240	180	210	240
φ_1 (°)	65.4	80.2	94.7	108.8	117.0	78.0	107.6	78.0	92.9	107.6
φ_2 (°)	65.4	50.2	34.7	18.8	9.0	78.0	47.6	78.0	62.9	47.6
	a'	b'	c'	d'	e'	極 限	E_{20} は (a),(b)...(e) と同一とし、 E_{A1} と E_{A2} との比も同一に保ち (従って θ_1, θ_2 は同一) $E_{A1} \rightarrow 0$, $E_{A2} \rightarrow 0$ とした場合			
● 直 流 分 $I_D (A)$	0	36.5	70.7	100.0	114.5	141				
(電 交 流 分 $I_{AC}(A)$	100	100	100	100	100	100				
実 効 値 $I_e (A)$	100	106.4	122.5	141.4	152.0	173				
平 均 値 $I_{av1}(A)$	90.0	67.7	46.3	27.2	17.5	0				
$I_{av2}(A)$	90.0	111.1	129.2	142.4	147.5	141				
アーク電力 $P_A(kw)$	0	0	0	0	0	0				
φ_1	90	105	120	135	144	180				
φ_2	90	75	60	45	36	0				

表 2 回路抵抗を考えた場合 ((a), (a') は第 1 表の (c) (c-2) に全じ

	a	b	c	a'	b'	c'
無負荷電圧 $E_{20}(V)$	80	80	80	160	160	160
短絡電流 $E_{20}/\sqrt{R^2+X^2}$	100	100	100	100	100	100
アーク電圧 E_{A1}/E_{A2}	40/20	40/20	40/20	40/20	40/20	40/20
回路常数 R/Z	0	0.1	0.2	0	0.1	0.2
直流分 I_D	63.9	42.4	31.6	69.0	33.2	21.9
電交流分 I_{AC}	91.4	88.3	85.4	97.9	96.3	94.7
電流実効値 I_e	112.0	97.9	91.1	120.0	101.9	97.2
平均値 I_{av1}	41.3	52.7	56.6	45.0	66.3	71.8
I_{av2}	116.6	103.0	94.5	126.1	105.8	97.9
アーク電力 $P_A(kW)$	2.11	2.08	2.05	2.28	2.34	2.37
抵抗損 $I_e^2 R(kw)$	0	0.76	1.30	0	1.65	2.96
アークエネルギー比 W_1/W_2	0.354	0.653	0.854	0.356	0.914	1.19
θ_1	120°00'	140°14' 0"	149°45'27"	120°	151°46'15"	161°15'24"
θ_2	240°00'	219°46' 0"	210°14'33"	240°	208°13'45"	198°44'36"
$\varphi_1'=\varphi_0-\varphi_1$	94°42'	44°43'33"	39°36'16"	107°39'	26°10' 7"	21°16'29"
$\varphi_2'=\varphi_0-\varphi_2$	34°42'	4°57'33"	9°21'43"	47°39'	-2° 3'38"	2°31'53"

E_{A1} による電流, 第 3 項は $\theta=0$ に於て $i=0$ とするための常数項である. 上式において $\theta=\theta_1$ とおいたとき $i=0$ となる条件を入れると, $\theta_1+\theta_2=2\pi$, と (4) 式とを援用して, φ_1 が定まる. かくして φ_1, φ_2 を求めて少しく計算すると電流の直流分は次の如くなる.

$$I_D = \frac{1}{\sqrt{2}} (\cos\varphi_2 - \cos\varphi_1) I_s \quad \left. \begin{array}{l} \text{ただし } I_s = E_{20}/Z \quad \text{短絡定常電流} \end{array} \right\} \dots\dots\dots (9)$$

E_{A1}, E_{A2} なるアーク電圧のある半波間の電流の平均値 I_{av1}, I_{av2} を求めてみると

$$\left. \begin{aligned} I_{av1} &= \frac{1}{\theta_1} \int_0^{\theta_1} i_1 d\theta = I_s \frac{\sqrt{2}}{\theta_1} (\sin\varphi_1 + \sin\varphi_2) - I_D \\ I_{av2} &= \frac{1}{\theta_2} \int_0^{\theta_2} i_2 d\theta = I_s \frac{\sqrt{2}}{\theta_2} (\sin\varphi_1 + \sin\varphi_2) + I_D \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (10)$$

またアーク電力 P_A は

$$P_A = \frac{1}{2\pi} \left[\int_0^{\theta_1} e_{A1} i_1 d\theta_1 + \int_0^{\theta_2} e_{A2} i_2 d\theta_2 \right] = \frac{E_{A1} + E_{A2}}{2} I_s \frac{\sqrt{2}}{\pi} (\sin\varphi_1 + \sin\varphi_2) \dots\dots\dots (11)$$

となる. E_{A1}, E_{A2} なる半波のアークエネルギーの比は

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{E_{A1} I_{av1} \theta_1}{E_{A2} I_{av2} \theta_2} = \frac{I_{av1}}{I_{av2}} \dots\dots\dots (12)$$

電流の交流分の計算結果は

$$I_{AC} = I_s \sqrt{\left[1 - \left\{ \frac{1}{2} (\cos\varphi_1 + \cos\varphi_2) \right\}^2 \left\{ \frac{8}{\pi} \left(\frac{1}{\theta_1} + \frac{1}{\theta_2} \right) - \frac{2}{3} \right\} \right]} \dots\dots\dots (13)$$

電流の実効値は

$$I_e = \sqrt{I_{AC}^2 + I_D^2} \dots\dots\dots (14)$$

第 1 表は電源電圧の実効値を $E_{20}=80V, 160V$ とした

場合に, アーク電圧 E_{A1}, E_{A2} として二三の値を假定して上式によって計算した結果を示す. この計算においてはすべて短絡電流 I_s を 100A と假定している. (a) (b) ... (e) は $E_{20}=80V$ で, E_{A1} と E_{A2} との和を 60V に保ちながら, (30, 30), (35, 25) (40, 20) の如く E_{A1} と E_{A2} との差を大にした場合であって, 計算の結果は電流の交流分はほとんど変化しないが, 直流分は著しく変化し, これがため I_{av1}, I_{av2} に差が生じ, アークエネルギーの比 W_1/W_2 は 1 より著しく異なり, また全体としてのアーク電力 P_A も減少している.

(a-1), (c-1) は E_{20} はそのまま E_{A1}, E_{A2} を (a), (c) のそれぞれ半分とした場合, (a-2), (b-2), (c-2) は電源電圧を 2 倍とし, E_{A1}, E_{A2} は (a), (b), (c) と全じとした場合である. (a-1), (c-1) と (a-2), (c-2) とを比較すると電源電圧もアーク電圧もともに 2 倍になっただけで, 短絡電流は一定と假定しているので, 電流値や角度 $\theta_1, \theta_2, \varphi_1, \varphi_2$ は全く全一となる. たゞ電源電力, アーク電力だけが 1: 2 となる.

この計算で一寸興味のあることは E_{A1}, E_{A2} を与えておいて E_{20} を増大すると電流の直流分が増大する点である. (a), (b), (c) と (a-2), (b-2), (c-2) 比較. アーク電圧の不均衡による電流の直流分は無負荷電圧を高くすると無視し得られるかの如く一見考えられ, また実験の結果としてこのように信じられていることがあるが, それは後に述べる如く回路抵抗の影響であって, 抵抗が零の場合には第 1 表に見るように増加する. 増加する理由は次のように明快に理解できる. すなわち (c) と (c-1) とを比較すると E_{A1} と E_{A2} との比は兩者において全一であるか

ら (4) 式によって θ_1, θ_2 は全一である。しかし (c-1) の方がアーク電圧が低いから全体としては電流の位相が遅れている。 θ_1, θ_2 が全一で位相が遅れば前項で定性的に考察した如く E_{A1} の半波の電流の加速の原因なる電源電圧は低くなり、直流分が増大する。しかるに (c-1) と (c-2) との関係は全一であるので、(c) よりも (c-2) の方が直流分が大となるのである。

ホ 3 図

E_{A1} と E_{A2} との比を一定に保ちながら、 E_{A1}, E_{A2} を零に近づけた極限は第 3 図 (c) に示す如くであって、第 1 表の (a') (b') ~ (e') は (a), (b) ~ (e) に対する極限を示す。この場合には電流は平均としては電源電圧より 90° 遅れ、 $\varphi_1 + \varphi_2 = 180^\circ$ である。第 1 表の (c') はいわば相対的には E_{A1}, E_{A2} を (c) (c-2) と全様 40V, 20V に保って電源電圧 E_{20} を無限大にした場合であって、これより E_{20} を変化した場合に直流分 I_D その他がいくかなる程度に変化するかの程度を理解し得る。(c), (c-2), (c') の I_D に関するデータから、 E_{A1}, E_{A2} が与えられている場合 E_{20} を増大しても I_D はあまり変化しないことが判る。

ホ 4 図

E_{A1} と E_{A2} との比が無限大となれば、 $\theta_1 = 0, \theta_2 = 2\pi$ となるが、この比を保ちながら E_{A1}, E_{A2} がともに零に近づくとき第 4 図の如くなる。図に見る如く直流分は交流分の最大値に等しいのであって、これが流れ得る直流分の極限である。これを第 1 表では (e') の傍に「極限」として示す。

回路抵抗を考えた場合 アーク負荷回路の抵抗を R , リアクタンスを X とすると、(8) 式の代りに次式が成立する。

$$i_1 = \frac{\sqrt{2} E_{20}}{Z} \sin(\theta + \varphi_1 - \varphi_0) - \frac{E_{A1}}{R} (1 - \varepsilon^{-\alpha \theta}) - \frac{\sqrt{2} E_{20}}{Z} \sin(\varphi_1 - \varphi_0) \varepsilon^{-\alpha \theta} \dots \dots \dots (14)$$

$$\tan \varphi_0 = x = R/Z \quad Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

上式において $\theta = 0_1$ において $i_1 = 0$ となる条件を入れて $\theta_1, \theta_2, \varphi_1, \varphi_2$ が求められる。それから電流の直流分や、さらに電流の平均値 I_{av1}, I_{av2} , 交流分 I_{AC} , 実効値 I_e アーク電力 P_A , アークエネルギーの比 W_1/W_2 , 抵抗中の損失 $I_e^2 R$ が算定せられるが、数式の掲載は省略する。第 2 表はアーク電圧を $E_{A1} = 40V, E_{A2} = 20V$ とし、電源電圧 $E_{20} = 80V, 160V$ の場合について、回路抵抗を $R/Z = 0.1, 0.2$ とした場合の計算結果を示す。比較参照の便のため抵抗が零の場合の値、すなわち第 1 表の c, c-2 を第 2 表には a, a' として示しておいた。

この計算結果から見ると抵抗があると電流の直流分が著しく減少し、 I_{av1}, I_{av2} の差が小さくなることが認められる。第 2 表の (c) と (c') とを比較すると (c') の方が I_D が小さいが、これは全一の $\alpha = R/Z$ を假定しているため、 I_e が全一となるため (c') の方が Z 従って R が大であり、従って直流分による電圧降下 $I_D R$ によってアーク電圧の不平衡を緩和することが (c') が多いからである。 I_{av1} と I_{av2} との差が少くなるので、(c') では E_{A1} が E_{A2} より大なるため、アークエネルギーの比 W_1/W_2 が第 1 表の場合とは異なり 1 より大となっている。アーク電力そのものも I_{av1}, θ_1 の増大のため増大している。しかし抵抗による電力損失もはなはだ多い。

上に述べる所は定電圧 (E_{20}) 電源に直列抵抗 R , リアクタンス X を接続した場合である。実際の場合のように熔接変圧器の二次にアーク負荷をかける場合には、回路の過渡電流は (14) 式のような一つの指数函数では示され得ないので、吟味の余地がある。しかし大体の見当としては (14) 式の X は熔接変圧器の一次二次間の漏洩リアクタンス、 R は二次回路の抵抗 (但し α を求めるための R としては一次二次の合成抵抗) をとてよからう。

IV 結 論

本文は簡単な假定の下にアーク電圧の不平衡に基づくアーク電流の直流分を計算し、アーク電力を考察したものであって、明にした点を挙げると

1. 内部抵抗が小さく、アーク電圧の不平衡が著しいと電流の直流分は大となるが、その極限は第 4 図に示す如く、短絡交流電流の $\sqrt{2}$ 倍である。

2. アーク電圧を一定とする場合、電源電圧を増大する

と、内部抵抗が充分小ならば電流の直流分も増大する。

3. 内部抵抗を大にすれば直流分は小さくなるが、充分小さくするためには抵抗中の損失が無視し得ない値にせなければならぬ。

4. アークエネルギーはアーク電圧の高い半波の方が却って小さくなるが、内部抵抗が大となるとこの関係は逆となる。適当な抵抗値においてアークエネルギーは正極と逆極とにおいて平衡し得る。

なおこのアーク電圧の不均衡の問題については変圧器鉄心磁束の偏極飽和による一次側励磁電流の増大、二次誘起電圧の減少、漏洩リアクタンスの減少による二次電流の交流分の増大あるいは減少など論ずべき問題が多く残されていることを附記しておく。

文 献

- 1) R. W. Tuthill, The Effect of Wave Shape in

Inert-Arc Welding Circuit, J.A.W.S. (1948), p.785.

- 2) R.D. Williams 外 2 名, Electrical Problems in Argon-Shielded Arc Welding Thick Aluminum, J. A. W. S. (1949), p.445-s.

- 3) F. A. Wassel, Characteristics of Welding Arc on Aluminum in Atmospheres of Helium and Argon, J.A.W.S. (1944), p.487-s.

- 4) A. U. Welch, Power Supply for Inert Arc Welding, J.A.W.S. (1948), p.376.

- 5) J.B. Gibson, The Effect of D. C. Component in A.C. Inert Gas Welding of Aluminum, J.A. W. S. (1948), p.496-s.

- 6) 安藤, 長谷川, 炭素電弧溶接用変圧器について, 昭和14年4月第14回連合大会予稿(電気)

18-8 不銹鋼溶接棒による α 系鋼材溶接の基礎研究(第3報)*

—溶接速度および板厚と溶込量, 溶込率, オーステナイト

溶接金属の硬度ならびに組織等との関係—

岡 田 実** 井 川 博**

Fundamental Researches on Welding of Various Plain Carbon and Alloy Steels with 18-8 Austenitic Stainless Steel Electrodes (3rd. Report) *

—Relations between welding speed, thickness of base metal, amount of penetration, penetration ratio, and hardness and microstructure of austenitic stainless steel weld metal, etc.—

By M. Okada**, H. Ikawa**

Abstract

Following the two previous papers, in this report, relations between welding speed and thickness of base metal (plate thickness), amount of penetration or penetration ratio of base metal to the austenitic stainless steel weld metal, hardness and microstructure of the austenitic weld metal, etc. in each single bead which was deposited on four kinds of carbon steel plates with the same commercial 18-8 austenitic stainless steel electrode containing about 5 percent of manganese in core wire of 4 mm in diameter that was used in the 2nd. report, were studied.

In the present experiment, D.C. reverse polarity was adopted and its welding current was held constant, that is, at 125 amperes. Welding speed was changed in four stages of 65, 200, 290 and 500 mm/min. And plate thickness was varied in four kinds of 5, 10, 15 and 20 mm, too. The results obtained are as follows:

- (1) Both amount of austenitic weld metal and that of penetration decrease independently of the

* 原稿受付 昭和27年4月 (昭和27年度溶接学会春季学術講演会において発表)

** 正員, 大阪大学工学部 Member, Faculty of Engineering, Osaka University.