論文および報告

アルミニウムの MIG 溶接部の気孔におよぼす
送給ガスへの窒素または酸素添加の効果*

益本 功** 篠田 剛**

Effect of Addition of Nitrogen or Oxygen in Shielded Gas on
Porosity of MIG Aluminum Weld Metal*

by Isao Masumoto** and Takeshi Shinoda**

Abstract

For the purpose of decreasing blowholes in aluminum weld metal, this experiment was carried out under the shielding gas of argon mixed with nitrogen and/or oxygen.

Results obtained are as follows:—

- 1) Blowholes in aluminum deposited metal by MIG welding can be decreased by adding nitrogen and/or oxygen to supplied argon gas. Minimum porosity is obtained respectively for mixing ratios of argon 50% + nitrogen 50%, argon 98.5% + oxygen 6.5% (bead on plate) and argon 98.5% + oxygen 1.5% (I-butt weld).
- 2) In case of argon and oxygen shielding gas, same spray transfer is observed by oscillogram as in the case of argon only, but under argon-nitrogen shielding gas metal transfer changes to short circuit type.

1. 緒 言

アルミニウムおよびアルミニウム合金の気孔生成は主として溶融アルミニウム中に含まれている水素の溶解度がアルミニウムの凝固に際して急激に減少し、この時、過飽和になって放出される水素が原因であると考えられている。この気孔を減少させるために、鋳造前の溶湯に窒素あるいは塩素ガスなどのアルミニウムに対してほとんど溶解度を持たない二原子ガスによる沸騰処理が行なわれることがある。

アルミニウムおよびアルミニウム合金溶接部の気孔生成の原因も主に水素であると考えられているので、じゅうらいのアルゴン被包の MIG 溶接に対して被包ガスに窒素を添加することにより気孔を減少できるのではないかと考え、実験を行なった。送給アルゴンガスに酸素を添加し、気孔を減少できるとの報告はすでにあるので^{1),2)}、この点についても実験を行ない、さらに送給アルゴンガスに窒素および酸素の複合添加の効果についても検討した。

すなわち、本研究では窒素あるいは酸素を単独に、ま

たは両ガスを種々の割合にアルゴンに混合したガスを送給し、その混合被包ガスの下で工業用純アルミニウム板(板厚 10 mm)上のビード溶着実験を行ない、溶着金属の気孔率ならびにアークの状態におよぼす窒素および酸素混合量の影響を調べた。さらに送給アルゴンに適当量の窒素または酸素を混合送給して、アルミニウム板の突合せ溶接を行ない、溶接金属の気孔量ならびに溶接継手および全溶着金属の機械的性質におよぼすアルゴンへの窒素あるいは酸素添加の効果を調べた。

2. 実験方法および結果

2.1 供試材料および溶接機

本実験に使用した母材アルミニウム板は工業用純アルミニウム(JIS H-4101 Al P3-1/2H)である。電極ワイヤとしては直径 1.6 mm に線引きして、酸洗処理した工業用純アルミニウム線を用い、電極ワイヤの特別な表面処理はせず、溶接部に気孔が特に出やすいようにした。なお、母材は溶接前にすべてアルカリ脱脂、酸洗を実施した。これら供試材料の化学組成を Table 1 に示す。

溶接機としては、全自動ガス被包アーク溶接機を使用した。溶接電源は上昇特性の直流電動発電機で、逆極性とした。

* 原稿受付 昭和44年5月23日(42年度春季全国大会にて発表)

** 正 員 名古屋大学工学部 Member, Nagoya University.

Table 1 Chemical compositions of base metals and electrode wire

Materials	Thickness or Diameter	Elements (wt. %)			
		Cu	Si	Fe	Al
Base metal for bead on plate test	10mm	0.046	0.11	0.31	99.50
Base metal for I-butt weld test	6mm	0.044	0.10	0.33	99.47
Electrode wire	1.6mm	0.044	0.10	0.33	99.48

2.2 予備実験

予備実験として、送給ガスに窒素を25%添加し、ガス総流量は 15 l/min で一定とし、溶接電流およびアーク電圧を変化させ、ビード溶着実験を行ない、ビードの外観検査によりおおむね適当な溶接条件範囲を求めた。この結果を Fig. 1 に示す。この溶接条件範囲は純アルゴンの MIG 溶接の標準的な条件よりアーク電圧が数ボルト低い、溶接電流、アーク電圧の条件をほぼ一定にして溶接実験を行ない、送給アルゴンへの窒素または酸素の添加の効果を調べた。すなわち以後の実験ではこの条

Fig. 1 Acceptable welding conditions for argon-nitrogen shielding gas

Note; Bead appearance

- ⊙ Fair
- Good
- × Bad
- Difficult to maintain arc

Table 2 Welding condition for bead on plate

Power source	D.C. motor generator
Polarity	reverse polarity
Diameter of electrode wire	1.6 mm
Electrode wire extension	15 mm
Arc voltage	20~21 V
Welding current	200~210 A
Welding rate	50 cm/min
Total gas flow rate	15 l/min

件範囲を参考にして、Table 2 に示す溶接条件を選び実験を行なった。被包ガスにより溶接条件は当然変化するが、おおむね上記の条件範囲内で実験を行うことができた。

2.3 ビード溶着実験

i) アルゴン-窒素またはアルゴン-酸素混合送給ガスによるビード溶着実験

10×100×160 mm の工業用純アルミニウム板上へ予備実験で求めた適正溶接条件により、アルゴンへの窒素または酸素の混合量を種々変えた送給ガスの下でビード溶着実験を行なった。

Photo. 1 および Photo. 2 に得られたビード外観を示す。これらの写真に示されるように送給アルゴンに窒素または酸素を混合して溶着したビードは、アルゴン送給の下で溶着したビード、Photo. 1-a に比較して多少ビードの波目が目立つ程度で、ほぼ良好である。しかし、Photo. 1-e のように窒素のみの送給ガスの下で溶着したビードの外観はいちじるしく不良である。

これら、ビード溶着部の X 線透過写真を Photo. 3 および Photo. 4 に示す。送給ガスがアルゴンのみの場合、Photo. 3-a のようにかかなり大きな気孔が多数見られるが、送給ガスに窒素を混合送給すると、溶着金属の

Photo. 1 Appearance of beads on plate (×0.5)

Photo. 2 Appearance of beads on plate ($\times 0.5$) Photo. 3 X-ray radiographs of beads on plate ($\times 0.8$)
Supplied gas:

- a) Argon 100%
- b) Nitrogen 20% + Argon 80%
- c) Nitrogen 50% + Argon 50%
- d) Nitrogen 80% + Argon 20%

Photo. 4 X-ray radiographs of beads on plate ($\times 0.8$)
Supplied gas:

- a) Oxygen 6.5% + Argon 93.5%
- b) Oxygen 10% + Argon 90%

気孔はいちぢるしく減少し、窒素50%を混合送給した場合 (Photo. 3-c) ではほとんど気孔は消え、50%以上の窒素を混合した場合 (Photo. 3-d) には再び気孔が増大している。

送給ガスに酸素を混合送給して、ビード溶着した場合は Photo. 4 に示すごとく、6.5% 酸素添加で気孔量は最も少なくなっている。これらのX線透過写真は平均的な気孔が分散している部分を示すものである。

これらの気孔量を定量的に示すためには、これまで実施されてきた方法、すなわち密度あるいは比重による方法^{3), 4)}、X線による気孔体積の計算⁵⁾、気孔チャートによる方法⁵⁾、あるいは顕微鏡によりビードの数ヶ所より気孔を統計的に算出する方法^{4), 6)}等があるが、本実験ではX線による気孔体積から気孔率を計算する方法を用いた。

またX線透過写真により気孔体積を算出するにあたっては、等差級数的あるいは等比級数的に直径を測定し、計算する方法があるが、旧および新 JIS (JIS Z 2341-1955 および JIS Z 3105-1968) あるいは藤村ら^{5), 7)} による算出方法を参考にして直径の等比数列表の区分を採用した。

すなわちX線透過写真より気孔直径を0.2, 0.3, 0.45, 0.65, 0.95, 1.35, 2.0, 2.8 および 4.0mm の9段階の級に区分し、それぞれの級に入る気孔の直径をその級の上限值で代表させ、気孔が球であると仮定して体積を算出した。

このX線透過写真から気孔の全体積を求めた結果を、Table 3 および Table 4 に示す。同表の気孔率はビード中央、両端面から 1cm の所の三ヶ所で測定したビード断面積の平均値および測定ビード長より溶接金属部総体積を計算し、総気孔体積/溶接金属総体積を求めたものである。なお、ビードの始端および末端各 1cm を除いた長さをビード長とした。

Table 3 および Table 4 によれば送給ガスがアルゴンのみの場合に比べて、窒素を混合送給して溶着したビードでは気孔率はいちぢるしく減少し、たとえば窒素50%混合で、アルゴンのみの場合の約1/4程度で最少となっている。酸素を混合した場合も同様の効果が見られ、酸素6.5%混合した場合の気孔率はアルゴンのみの場合の1/3に減少している。

アルゴンに窒素あるいは酸素を混合送給して溶着したビードの中央部における断面マクロ写真の例を Photo. 5 および Photo. 6 に示す。Photo. 5-a のようにアルゴンのみを送給して溶着したビードの断面は溶着金属の融合線中央部がくびれて、いわゆるフィンガー状となっているが、窒素を混合した場合には、このような「くび

Table 3 Number of blowholes and porosity ratio in deposited metal under argon and nitrogen supplied gas

Volume ratio of supplied gas, Ar/N ₂	Number of blowholes classified by diameter (mm)									Porosity* ratio (%)
	0~0.20	0.21~0.30	0.31~0.45	0.46~0.65	0.66~0.95	0.96~1.35	1.36~2.0	2.1~2.8	2.9~4.0	
100/ 0	79	16	16	9	8	4	3	0	0	1.13
90/ 10	12	8	19	8	8	2	1	0	0	0.69
80/ 20	15	12	14	7	2	1	0	0	0	0.35
70/ 30	16	7	5	2	1	0	0	0	0	0.20
60/ 40	16	4	3	1	1	0	0	0	0	0.18
50/ 50	10	3	0	2	0	0	0	0	0	0.11
40/ 60	2	1	3	1	1	0	0	0	0	0.16
30/ 70	13	4	4	1	1	0	0	0	0	0.31
20/ 80	22	5	4	2	1	0	0	0	0	0.59
10/ 90	16	10	11	7	3	0	0	0	0	0.84
0/100	31	17	16	9	7	1	2	0	0	1.01

* Porosity ratio=(volume of blowholes/volume of weld metal)×100, %

Table 4 Number of blowholes and porosity ratio in deposited metal under argon and oxygen supplied gas

Volume ratio of supplied gas, Ar/O ₂	Number of blowholes classified by diameter (mm)									Porosity ratio (%)
	0~0.20	0.21~0.30	0.31~0.45	0.46~0.65	0.66~0.95	0.96~1.35	1.36~2.0	2.1~2.8	2.9~4.0	
100 / 0	79	16	16	9	8	4	3	0	0	1.13
98.5/ 1.5	78	20	8	5	1	0	0	0	0	0.70
97.0/ 3.0	39	10	5	3	1	0	0	0	0	0.56
93.5/ 6.5	16	8	2	1	1	0	0	0	0	0.35
90.0/10.0	82	19	5	4	2	0	0	0	0	0.87

れ」はなくなり溶け込み形状は楕円形に近くなっている。

ビード横断面に見られる気孔の減少も X 線透過写真より求めた気孔率の減少の傾向とよく一致している。しかし窒素の混合量が 80% あるいはそれ以上になるとビードはオーバーラップ気味となり、特に窒素 100% の送給ガスでは溶着したビードは母材に乗っているだけで、深く溶け込んでいない。

アルゴンに酸素を混合送給して溶着したビードの中央

部断面は、Photo. 6 に示すようにアンダーカットが生じている。このアンダーカットは 1.5% 酸素の混合の場合にすでにごく小さく生じ、10% 混合ではかなり大きく独特のビード断面形状となっている。

Photo. 5 の窒素 50% 以上を混合送給して溶着したビードに見られるヒゲ状あるいは棒状の物質は亀裂ではなく、介在物である。この介在物は X 線回折法により、窒化アルミニウム (AlN) であることが確認された。この窒化アルミニウムは窒素の混合量が増すにつれて増

Photo. 5 Macrophotographs of cross sections of deposited metals under various shielding gas of argon and nitrogen (×1.2)

Supplied gas:

- a) Argon 100%
- b) Nitrogen 20% + Argon 80%
- c) Nitrogen 50% + Argon 50%
- d) Nitrogen 80% + Argon 20%
- e) Nitrogen 100%

Photo. 6 Macrophotographs of cross sections of deposited metals under various shielding gas of argon and oxygen ($\times 1.5$)

Supplied gas:

- a) Oxygen 1.5% + Argon 98.5%
- b) Oxygen 10 % + Argon 90 %

し、かつ形状も大きく成長している。

アルゴンに窒素を混合送給して溶着したビードの顕微鏡観察では、Photo. 7 に示す暗黒色の棒状あるいは斑点状の窒化アルミニウムが不規則に分散、存在している。この写真の上側は溶着金属、下側は母材で、融合線近傍にもこの窒化アルミニウムが数多く見られる。マイクロヴィッカーズによる硬さ測定を行なった結果、15g荷重で母材30~45、溶着金属20~30、窒化アルミニウム150~180で、地のアルミニウムに比べていちぢるしく高い値を示した。

Photo. 7 AIN in deposited metal under Argon 50% + Nitrogen 50% supplied gas, ($\times 100$)

ii) アルゴン-窒素-酸素の複合送給ガスによるビード溶着実験

アルゴン-窒素あるいはアルゴン-酸素混合ガスによるビード溶着実験によって気孔を減少しうることが明らかになったので、次に三者の混合送給、すなわちアルゴン-窒素-酸素の混合送給ガスの効果についても実験を行ない調べた。

実験の方法は上述のアルゴン-窒素あるいはアルゴン-酸素混合ガスの場合と全く同じであるが、溶接が困難でビードも不良なものが多く、一般に窒素および酸素を複合添加した場合は、それぞれのガスを単独に加えた場合に比べ、好結果は得られなかった。その代表的な数例

を Photo. 8 に示す。したがって、比較的ビード外観のよいものについてのみ、X線透過写真を撮影し、気孔体積の測定を行なった。その結果をまとめて Fig. 2 に示す。

図中○は比較的良好と思われるビードを示し、その近くにある数字は気孔率(%)を示す。×はビード外観不良のもので、図中の曲線は良好なビードの得られる条件と不良なものの境界を示す。

アルゴン-窒素-酸素混合送給ガスの下での溶接は、

Photo. 8 Appearance of beads on plate by various welding conditions under argon 48%, nitrogen 50% and oxygen 2% supplied gas ($\times 1/3$)

	welding condition	
	arc voltage	welding current
a)	20 V	205 A
b)	24 V	185 A
c)	28 V	205 A
d)	20 V	240 A

Fig. 2 Effect of nitrogen and oxygen addition to argon on porosity ratio

Note; appearance

○ good

× bad

plotted figures : porosity ratio (%)

アルゴン—窒素あるいはアルゴン—酸素送給ガスの場合に比べてアークが不安定で、じゅう分満足すべきビードが得られなかった。この点は電源の電気的特性の影響についても検討する必要があるものと思われる。

2.4 溶滴移行

ビード溶着実験の際、溶接電流およびアーク電圧の時間変化を記録したオシログラムによれば、送給ガスがアルゴンのみでは Fig. 3-a に示すように溶滴は噴霧状（スプレー）移行である。アルゴンに酸素を添加した場合は、Fig. 3-b に示すようにアルゴンのみの場合と比較して、本質的な変化はなく、主として噴霧状移行である。

しかしながら送給アルゴンに窒素を混合し、溶接した場合には、Fig. 3-c のように移行状態は短絡移行に変わっている。この短絡現象は3%程度の窒素の添加により、すでに現われてくる。窒素混合による短絡回数、1回の短絡時間の変化を Table 5 に示す。短絡回数および1回の短絡時間は窒素50%で最大となっており、この窒素混合率は溶着金属の気孔率が最小となる窒素混合率

Fig. 3 Oscillograms of welding current and arc voltage

Table 5 Effect of nitrogen content of supplied gas on short-circuit metal transfer

$\frac{N_2}{N_2+Ar} \times 100 (\%)$	0	10	50	80
Short circuit cycle, (1/sec)	0	30~35	70~80	40~45
Average short circuit time, (sec)	0	1/2000	1/300	1/1200

と一致し、この溶滴移行現象の変化が気孔の減少と関係があるものと思われる。

アルゴンに窒素および酸素を同時に添加して溶接した場合、溶滴移行は不規則な短絡移行と噴霧状移行の繰り返しとなり、きわめて不安定であった。

2.5 突合せ溶接

アルゴンに窒素または酸素を混合送給して溶着することにより、溶着金属中の気孔率を減少しうることがビード溶着実験により明らかとなったが、窒素を混合した被包ガスの下では溶着金属に硬い窒化アルミニウムが生成する。そこでこれら気孔の減少および窒化アルミニウムの生成が溶接継手にいかなる影響をおよぼすかについて実験を行なった。すなわち、 $6 \times 125 \times 220$ mm の工業用純アルミニウム (JIS H 4101 Al P3-1/2H) をルート間隔 1.6mm で I 型に突合せ一層で溶接して、溶接継手の気孔の測定および機械試験を行なった。

主なる溶接条件は Table 2 に示すビード溶着実験と同じ適正溶接条件を採用したが、溶接速度は 30cm/min とし、じゅう分裏波がでるように、Fig. 4 に示す溝付裏当金を使用した。得られた溶接継手にはアンダーカット、亀裂あるいは融合不良はなく、良好であった。

Fig. 4 Backing for I-butt welding (unit:mm)

これらの溶接部の X 線透過写真を撮影し、気孔率を前述と同様にして求めた。この X 線透過写真の代表的なものを Photo. 9 に示す。溶接継手においても 100% アルゴンを送給した場合に比べ、50% アルゴンと 50% 窒素の混合ガスを送給した場合には明らかに気孔の減少が認められ、20% アルゴンと 80% 窒素の混合ガスを送給した場合には再び気孔の増大の傾向が見られる。

窒素あるいは酸素の混合率が溶接金属の気孔率におよぼす効果を Fig. 5 および Fig. 6 に図示した。同図には Table 3 および Table 4 のビード溶着実験の結果もまとめて示した。両図によれば、アルゴンに窒素あるいは酸素を混合送給し、溶接することにより溶接金属の気孔率は純アルゴンで溶接する場合に比べ、いちじるしく減少し、窒素については 50%、酸素については 1.5% (I 型突合せ溶接の場合) ~ 6.5% (ビード溶着の場合) 混合した送給ガスで得られる溶接金属の気孔率は最少となっている。ビード溶着の場合と I 型突合せ継手の場合との差はじゅう分明らかでないが、裏当金の影響が表われ

Photo. 9 X-ray radiographs of I-butt welded joints ($\times 2/3$)
 Supplied gas; a) Argon 100%
 b) Nitrogen 50% + Argon 50%
 c) Nitrogen 80% + Argon 20%

Fig. 5 Effect of nitrogen content of supplied gas on porosity of MIG weld metal

Fig. 6 Effect of oxygen content of supplied gas on porosity of MIG weld metal

たものとする。I型突合せ溶接の場合の、1.5%酸素の添加により気孔が最少となるという実験結果は、Shöbel¹⁾ および Hufnagel²⁾ の結果とほぼ一致している。

Fig. 7 に示す I 型突合せ溶接継手の各位置から、Fig. 8-a および c の引張り試験片および曲げ試験片を採取し、試験を行なった。

引張り強さおよび伸びにおよぼす窒素または酸素混合率の影響をそれぞれ Fig. 9, Fig. 10 および Fig. 11 に

図示した。突合せ継手試験においても引張り強さ、伸び共に窒素あるいは酸素の適量混合したガスを送給して溶接した場合には純アルゴンに比べやや高い値を示している。なお引張り試験片の破断はアルゴン 100% の送給ガスの下で溶接されたものを除けば全て熱影響部で破断した。

この熱影響部のヴィッカース硬さ (1kg 荷重) は 25 前後であり、母材半硬質材の約 40 に比べかなり軟化が認められた。この軟化域の中は 2~3 mm であった。これに

Fig. 7 Position of test specimens of aluminum welded joint (unit:mm)

Fig. 8 Specimens for welded joint tensile, bend tests and all deposited metal tensile test

対し窒素添加の場合の溶着金属の硬さは30~35であった。しかし、純アルゴンの場合には Fig. 12 に示すごとく溶接金属の硬さは軟化域と同程度でしかも気孔率も高く、このため引張り試験において融合線で破断したものである。

Fig. 9 および Fig. 10 にはさらに 10 mm 板厚の母材に 90°V 開先の突合せ四層溶接金属からビードに平行に Fig. 8-b に示す全溶着金属の引張り試験片を採取し行なった実験結果も示してある。溶接条件はビード溶着実験と同じである。

Fig. 9 Effect of nitrogen content of supplied gas on tensile strength of welded joints and all deposited metal

Fig. 10 Effect of nitrogen content of supplied gas on elongation of welded joints and all deposited metal

Fig. 8-b の試験片は、JIS 3111-1964 A-2 号に準じて最初平行部直径 6 mm、平行部長さ 32 mm としたが、二、三の試験片表面上に気孔が存在してノッチとなる恐れがあったので、同図に示すごとくさらに平行部直径 4.5 mm にして、気孔の影響を除いて試験した。この場合、標点距離は 35 mm とした。

Fig. 11 Effect of oxygen content of supplied gas on tensile strength and elongation of welded joints.

Fig. 12 Hardness distributions of welded joints.

Fig. 9 によれば, I 型突合せ継手では気孔率が最小となる窒素混合量50%で引張り強さ 9.0 kg/mm^2 で最大値をとるが, 全溶着金属の引張り強さは窒素混合量と共に増加している。これは溶接金属中に多量の窒化アルミニウムが分散したために, 溶着金属が強化されたためと考えられる。これら溶接金属の破面には気孔および融合不良などの欠陥は存在しなかった。なお母材の引張り強さは板厚 6 mm のもので 12.6 kg/mm^2 , 板厚 10 mm のものが 12.3 kg/mm^2 であった。

Fig. 10 は, 突合せ継手および全溶着金属の伸びにおよぼす被包ガスへの窒素混合量の影響についてまとめたものである。突合せ継手の結果では, 気孔率が最小となる窒素混合量50%で最大値21%を示している。しかしながら, 全溶着金属の場合には約10%の窒素混合で最大を

示し, 窒素混合量が増すと共に伸びは減少している。しかも窒素混合率がいずれの場合も純アルゴン雰囲気の下での溶着金属の伸びに比べ高い値を示している。

突合せ溶接継手の表および裏曲げ試験結果を Table 6 および Table 7 に示す。Table 6 はアルゴン-窒素, Table 7 はアルゴン-酸素による実験結果である。

アルゴンに窒素60%, 酸素1.5%まで混合送給して, 溶接した場合, 溶接部の延性はじゅう分で, 曲げ面にいちじるしい亀裂は生ぜず, JIS Z 3811-1965 の判定を満足する結果を示した。生じた亀裂は主に引張り側表面近くにある気孔が変形をうけ, 表面に出てきたものである。

Table 6 Results of bending tests of welded joints under various shielding gas of argon and nitrogen

$\frac{\text{N}_2}{\text{N}_2 + \text{Ar}} \times 100 (\%)$	Bended surface	Total length of crack (mm)
0	Face Root	0 0
20	Face Root	1.5 2.0
40	Face Root	2.5 0
50	Face Root	2.0 2.0
60	Face Root	0.5 0
80	Face Root	4.0 2.0

Table 7 Results of bending tests of welded joints under various shielding gas of argon and oxygen

$\frac{\text{O}_2}{\text{O}_2 + \text{Ar}} \times 100 (\%)$	Bended surface	Total length of crack (mm)
0	Face Root	0 0
1.5	Face Root	0.5 0
3.0	Face Root	7.0 1.0

3. 結 論

アルゴンに窒素または酸素, あるいは窒素および酸素を種々の割合で添加したガスを送給して, 工業用純アルミニウムを MIG 溶接し, 溶接部の気孔率におよぼすこれら混合ガスの影響を調べ, 次の結果を得た。

1) アルミニウムの MIG 溶接金属の気孔はアルゴンに窒素または酸素を混合送給し, 溶接することにより減

少できる。

2) 溶接部の気孔率は、アルゴンに窒素50%、あるいはアルゴンに酸素を1.5% (I型突合せ溶接) ~6.5% (ビード溶着金属) 混合した送給ガスで溶接すれば最少となる。

3) 溶接継手の引張り強さおよび伸びは気孔率の減少と共に増大し、アルゴンに窒素50%あるいは酸素1.5%を混合した送給ガスを用いて溶接した場合に最も高い値が得られた。

4) 全溶着金属の引張り強さはアルゴンの窒素混合率の増加と共に増し、伸びは逆に減少した。しかしいずれの場合も半硬質材の母材の延性より大であった。

5) アルゴンに窒素を混合送給し、溶接した時、アーク中で短絡移行を示すが、酸素の混合によってはアルゴンのみの場合と同様に噴霧状移行である。

6) アルゴンに窒素および酸素を同時に混合した送給ガスを用いた場合、本実験に使用した電源では、アークが不安定で、溶滴の移行は短絡と噴霧状移行が交互に繰り返えされ、満足なビードが得られなかった。

以上の実験結果から、送給ガスに窒素あるいは酸素を混合送給して、アルミニウムの MIG 溶接を行えば溶接金属の気孔率は減少し、機械的性質が改善されることを

明らかにした。

本研究の遂行にあたっては、住友軽金属株式会社から溶接用材料についてご便宜を与えられました。また、本実験の一部は浅田菊雄君の協力によるものである。特に記して謝意を表する。

文 献

- 1) R. Schöbel, "Einflüsse Schweissbedingungen beim MIG Schweißen von Aluminium in Hinblick auf die Vermeidung von Poren", Schweisstechnik 15 Jr. (1965) Heft 2, S 71-74.
- 2) W. Hufnagel, "Die Porosität beim Schutzgasschweißen von Aluminium und ihre Vermeidung", Aluminium 42 Jr. (1966) Heft 3, S 198-199.
- 3) G.R. Salter and D.R. Milner, "Gas-Metal Reactions in Arc Welding", British W.J. Vol. 12 (1965) No. 5, p. 222-228.
- 4) Z.P. Saperstein, G.R. Prescott and E.W. Monroe, "Porosity in Aluminum Welds", W.J. Vol. 43 (1964) No. 10, 443s-453s.
- 5) 藤村, "X線透過法による気孔率の測定" 溶接学会溶接法委員会C分科会資料 SW-C-23-65,
- 6) P.T. Houldcraft, and A.A. Smith, "Fusion Welding of Aluminum Alloys; Part VII. Recording Porosity in Aluminum-alloy Welds", British W.J. Vol. 2 (1955) No. 2, p. 67-74.
- 7) 藤村, 中崎, "放射線透過検査による気孔の評価について", 軽金属溶接 Vol. 48 (1966) No. 12, p. 25-32.

1970年IIWローザンヌ大会提出論文される方へ

1970年 IIW 年次大会 (ローザンヌ) へ提出論文を IIW 各委員にて逐次審査を行なっておりますので、論文提出をご希望の方は、提出希望委員会を明示の上ご連絡下されば開催の折にはご連絡申し上げます。

連絡先: (社) 溶接学会内、日本溶接会議宛