

Q-43

アーク溶接におけるシールド不良及び露点の影響は？

A-43

アルミニウム合金の表面は極めて薄い緻密な酸化皮膜で覆われています。この酸化皮膜は融点が高く（約2040℃）、そのままで溶接を行うと酸化皮膜に包まれた溶融アルミニウムが粒状に凝集して、互いに融合せず、健全な溶接を行う事が出来ません。また、 $Al_2O_3 \cdot H_2O$ や $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ などの形で結晶水を含む場合が多く、溶接時に結晶水が分解して水素を放出し、ポロシティ（以下、図中には気孔と表示）生成の原因となることもあります。そのためアルミニウム合金の溶接ではアークによる清浄（クリーニング）作用の助けが必要となります。

クリーニング作用は、溶接電源の母材側が陰極の場合に生じる現象であり、クリーニングの範囲は不活性ガスで十分に保護されている範囲であり、少しでも空気が不活性ガス中に混入するとクリーニング効果が阻害されます。

クリーニング作用の生じるプロセスは、以下のようです。酸化物は比較的少ないエネルギーで電子を放出することができ、酸化物の存在する箇所には陰極点が発生しやすい傾向があります。一方、陰極点では局所的に著しいエネルギー集中が生じるため、電子放出時にその近傍の酸化皮膜は一種の爆発現象によって破壊されます。こうして母材側表面に形成された陰極点によって、酸化皮膜が消滅すると、陰極点は新しい酸化皮膜を探し求めて移動し、新たな陰極点の酸化皮膜は再び電子放出時の爆発現象によって破壊され、消滅します。その結果、母材表面の酸化皮膜は次々と除去されることとなり、アーク直下周辺には酸化皮膜のない清浄な母材表面が現れます。この現象をクリーニング作用といい、この作用がアルゴンガス等のシールドガス中で行われるために、破壊されたところには、酸化皮膜は再生されず、清浄な母材表面として残ります。

このクリーニング作用は、電流値を増せば当然広くなりますが、これにも限界があり、純度のよいシールドガスで保護されている範囲を超えることはありません。また、一般に溶接速度を増してもクリーニング幅はあまり減少せず、ただシールドガス流量を減らすとクリーニング領域が小さくなる場合があります。

アルミニウム合金のアーク溶接用のシールドガスにはアルゴン、ヘリウム又はこれらの混合ガスが用いられています。

一般的にシールドガスとして用いられているアルゴンガスは **Table 1** に示すように高純度で露点は極めて低いことがわかります¹⁾。しかし、シールドガスの不具合による

シールド不良が生じるとクリーニング作用が不十分となりポロシティや酸化物の巻き込み等の溶接不全部の原因となり、良好な溶接部が得られなくなります。

シールド不良の要因としては、

- ① 溶接接電流、溶接トーチ角度、アーク長（アーク電圧）、シールドガス流量、プリフロー時間等溶接条件に関わるもの。
- ② 作業場の風速、風向、湿度、温度等作業環境に関わるもの。
- ③ ガス配管、溶接機、送給装置などのジョイントの洩れ、トーチノズルの不具合等設備機器に関わるもの、などが考えられます。

①の溶接条件に関わる不具合の対策としては、溶接施工の準備段階で適正な溶接条件を設定し、溶接技能者や溶接オペレータにその溶接条件を守るように指導を行う事が重要です。溶接条件の設定に際しては、JIS Z 3604「アルミニウムのイナートガスアーク溶接作業標準」や「アルミニウム合金ミグ溶接部の気孔防止マニュアル」²⁾等を参考にするとよいでしょう。プリフロー時間に関しては、**Fig. 1**の「スタート部及び通常部の気孔率に及ぼすプリフロー時間の影響」²⁾を参考にするとよいでしょう。

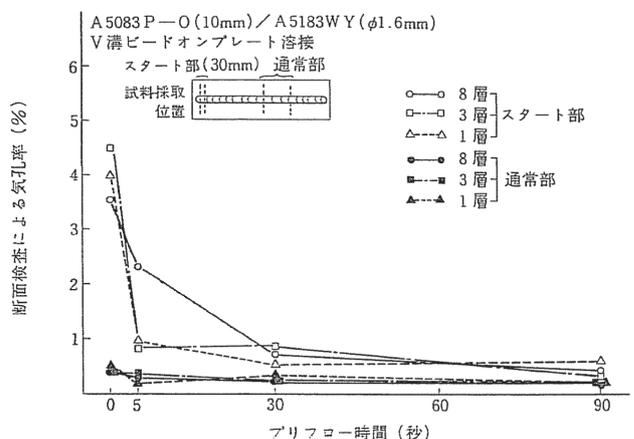


Fig. 1 スタート部及び通常部の気孔率に及ぼすプリフロー時間の影響

Table 1 アルゴンの JIS 規格 (JIS K 1105)

項目 \ 等級	1 級	2 級
純度 vol%	99.99以上	99.99以上
酸素 volppm	10以下	20以下
窒素 volppm	50以下	—
水分 volppm	10以下*1	20以下*2

*1: 露点 約-60℃以下

*2: 露点 約-50℃以下

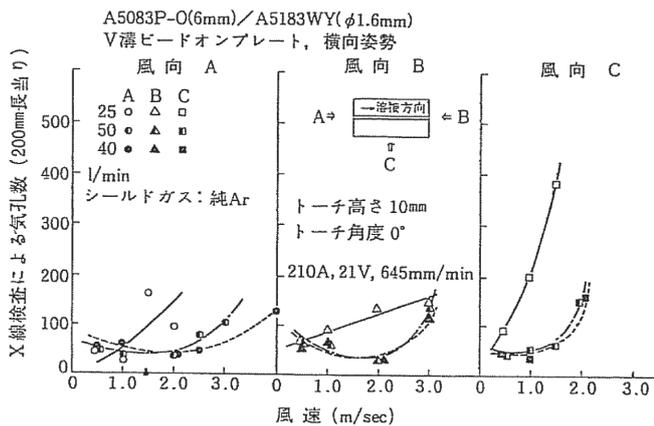


Fig. 2 風速、風向と気孔数の関係 (ガス流量を増加した場合)

②の作業環境に関しては、風速、風向に注意が必要であり、Fig. 2には「風速、風向と気孔数の関係 (ガス流量を増加した場合)」²⁾を示していますが、屋内に設備排気がある場合や屋外作業等では状況に応じ防風処置が必要になってきます。また、湿度に関してはプリフローが効果的であり、その設定については、Fig. 3の「高湿度域における気孔防止対策」²⁾を参考にするとよいでしょう。

③の設備機器の配管系に洩れがある場合は、シールドガスへの空気の巻き込みが起こりガス露点を上げる原因となります。シールドガスの露点はFig. 4にあるように-40℃以上になると急激にポロシティが増加することになるので注意が必要です²⁾。ガス露点に関しては、定期点検や作業前点検により管理を行う事を勧めます。

また、配管の材質によっても酸素や水分の透過性が異なるため十分に気をつける必要があります。Table 2はガス放流時間とガス純度 (露点) との関係を示したものです²⁾。プリフロー時間による露点への効果はあるものの、ホースの種類によって異なることがわかります。従って、溶接施工の計画段階で配管材質の選定を行う必要があります。

以上、アーク溶接におけるクリーニング作用に不可欠なシールドガスについて述べましたが、施工管理の重要な因子であることを理解いただければ幸いです。

参 考 文 献

- 1) 佐藤豊幸：軽金属溶接 Vol. 40 (2002), No. 4, 169~176
- 2) 軽金属溶接構造協会：「アルミニウム合金ミグ溶接部の気孔防止マニュアル」昭和54年
- 3) 同「アルミニウム構造物の溶接施工管理」昭和56年

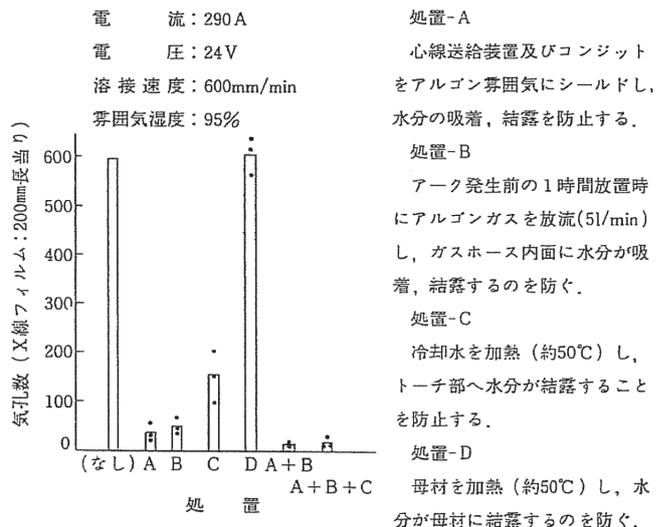


Fig. 3 高湿度域における気孔防止対策

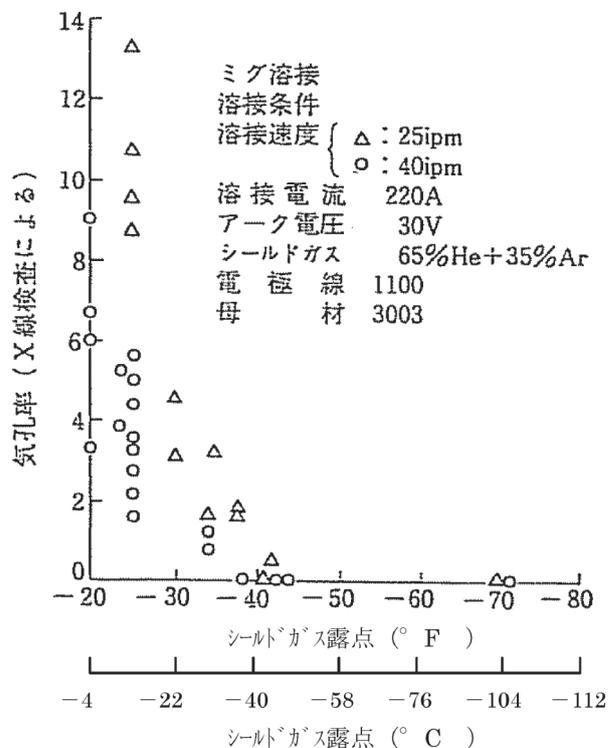


Fig. 4 気孔率に及ぼすシールドガス露点の影響

Table 2 ガス放流時間とガス純度 (露点) との関係 (単位℃)

Ar プレフロー時間 (min)	ホースの種類 長さ (m)	ホースの種類				備 考
		ゴムホース	ビニルホース	硬質テフロンホース	ホース	
		2	10	2	2	
2		-45.5	—	-44	-57	ホース出口で測定した露点の変化
5		-48	—	-48	-64	
8		-51.5	—	-49	—	Ar ガス流量 30 l/min
10		-51.5	-37	—	-67	
16		-54.5	—	—	-67	ジョイント数 2
20		-55	-42	—	—	
26		-55	-42	—	—	