

アーク溶接とシールドガス

I. 溶接の概要

1. 溶接とは……？

私達の身の回りで加工が簡単に出来る材料には、紙、木材、布地などがあります。木材と木材をつなぎ合わせるのに、接着剤や或いは金槌と釘を使います。布地と布地をつなぎ合わせるには、針と糸を使うことで、目的とする形に簡単に組み立てることが出来ます。

では、鉄のような金属をつなぐにはどうすれば良いのでしょうか？それは、つなぎ合わせたい金属の両面に、あらかじめ穴を開けておいて、リベットかボルトで締め付ける**機械的な方法**と、つなぎ合わせたい金属の両面を、何かの方法でその金属を溶かすか、または溶ける程度に熱を加えてつなぐ**冶金的な方法**があります。この冶金的な方法で金属をつなぎ合わせることを**溶接**といいます。

2. 金属をつなぐには、どのような方法があるのでしょうか？

金属をつなぐ方法として、前にも述べたように機械的な接合法と、冶金的な接合法とがあります。冶金的な接合法を大別すると、「熔融溶接」、「ロー接」、および「圧接」があります。

- ・[**熔融溶接**]：被溶接材料(母材)の溶接をする部分を加熱し、母材のみか又は母材と溶加材(溶接棒・ワイヤなど)とを融合させて熔融金属を作ってこれを凝固させ接合する方法です。
- ・[**ロー接**]：母材を熔融することなく、母材よりも低い融点を持った金属の溶加材(ろう)を熔融させて、毛細管現象を利用して接合面の間隙(すきま)にゆきわたらせて接合する方法です。
- ・[**圧接**]：多少の熱を加えるか、または全く熱を加えないで圧力でつなぐ方法です。

特に現在、主に使用されている接合法を分類すると次の表のようになります。




冶金的接合法				
溶 接 方 法			エネルギー源	
溶 融 溶 接	アーク溶接	熔融式	被覆アーク溶接 サブマージ溶接 ガスシールドアーク溶接 (MAG・MIG・CO ₂)	電氣的
		非熔融式	ガスシールドアーク溶接 (TIG溶接・プラズマ溶接)	
	ガス溶接	AD+O ₂	化学的	
	レーザー溶接	CO ₂ レーザ YAG レーザ 半導体レーザー	光	
ロー 付 け	硬ロー付け	ガスロー付け(銀ロー、リン銅ロー、真鍮ロー) アークロー付け(Siブロンズ、Alブロンズ)	化学的 電氣的	
	軟ロー付け	ハンダ付け(電気こて)		
圧 接	ガス圧接		化学的	
	抵抗溶接	スポット溶接	電氣的	
	摩擦溶接			
	シーム溶接			
機械的接合法		リベット、ボルト 折り込み、巻きしめ ねじ込み、キー		

現在、溶接市場ではガスシールドアーク溶接法が一番多く採用されており、溶接の大半を占めていると言っても過言ではないでしょう。今回は、アーク溶接のアークとアークを覆うシールドガスの関係について述べます。

3. 金属のつなぎ合わせ方法(接合)には、どのような形状があるのでしょうか？

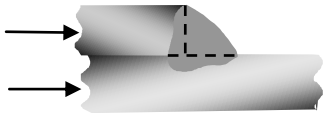

3-1) 継ぎ手形状

金属のつなぎ合わせ(継手)方法には、大半下図の接合方法がとられています。

突合せ継手溶接	重ね継手溶接	隅肉継手溶接
		

3-2) 共材継ぎ手と異材継ぎ手

一般的に溶接継ぎ手を大きく分類すると共材継ぎ手と異材継ぎ手の2種類になります。簡単に言いますと接合される両方の母材の材質が同一の場合は共材継ぎ手であり、母材の材質が異なる場合は異材継ぎ手となります。異材継ぎ手の代表例としては、ステンレス鋼と炭素鋼或いは低合金鋼の継手があげられます。又、ステンレス鋼同士でも成分が違えば異材継ぎ手の分類に入ります。

共材継ぎ手	異材継ぎ手
ステンレス鋼 (304) → ステンレス鋼 (304) → 	ステンレス鋼 → 炭素鋼 或いは低合金鋼 → 

Ⅱ. 「シールドガス」を使うアーク溶接法

1. アークとは…？

アークとはプラズマの一種で、気体が電離したものである。電離とは高温により原子から一部又は全部の電子が飛び出している状態になっている。電子が電離することをイオン化或いはプラズマ化などと言う。電離した電子が電荷を運ぶので、アーク及びプラズマは気体であるにもかかわらず、電気を通す伝導体である。アーク溶接のアークは気化した金属ではない。シールドガスがプラズマ状態になったものである。プラズマは不安定な状態で、大気の中では急速に冷えて普通の気体に戻ってしまうが、アークは電流が通ることで自ら発熱し、その熱でプラズマ状態を維持することが出来る。アーク溶接のアークは 15,000 度位の超高温になっており、鉄（鉄の融点：1,540℃）などは簡単に溶融してしまう。

最初のアークは、最初に溶加材（溶接棒やワイヤ）が母材とスパークした瞬間に、その熱でシールドガスがイオン化することによって生じる。アークは電気を通すため、一度アークが生じるとアークを介して電気が流れるようになる。するとアーク自体が発熱し、周囲のシールドガスをイオン化する。アークはある段階まで成長すると一定の条件化で安定状態に入る。そのアークが溶加材や母材を溶融させていく。

2. アーク溶接には、どのような方法があるのでしょうか？

アーク溶接には下表の方法が溶接市場で多く使用されています。特にアーク溶接法の中でガスシールドアーク溶接法が大半を占めているような状態です。

アーク溶接法			
			シールド方法
溶融式	被覆アーク溶接法		フラックス(CaCO ₃)
	サブマージアーク溶接法		フラックス(CaCO ₃)
	ガスシールドアーク溶接法	CO ₂ アーク溶接法	CO ₂
		MAG アーク溶接法	混合ガス(Ar+CO ₂ 等)
MIG アーク溶接法		混合ガス(Ar+He 等)	
非溶融式	ガスシールドアーク溶接法	TIG アーク溶接法	Ar,He,混合ガス
		プラズマアーク溶接法	Ar,He,混合ガス

2-1) 被覆アーク溶接法

金属の芯線の回りに有機物や無機物などで作られた被覆剤（フラックス）を塗って乾燥したものを溶接棒と呼び、その溶接棒と母材との間に電圧をかけてアークを発生させる方法である。

2-2) サブマージアーク溶接法

連続したコイル状のワイヤの先端と母材との間にアークを発生させ、ワイヤの送給速度を自動的に調整しながら一定のアーク長さを保ちつつ、一方では粒状のフラックスを連続して供給し、アーク発生部を完全に覆い、大気を遮断して行う溶接法である。

*被覆アーク溶接法及びサブマージアーク溶接法でのシールドの役目は、

被覆アーク溶接法で使用される被覆棒に塗られている被覆剤（フラックス）或いはサブマージアーク溶接法で使用されるフラックスの中には石灰石(CaCO₃: 炭酸カルシウム)が含

まれており、その石灰石(CaCO₃: 炭酸カルシウム)が高温のアーク熱で分解して炭酸ガス(CO₂)となり、この炭酸ガス(CO₂)がシールドガスの役目をしている。

2-3) ガスシールドアーク溶接法(溶融式) : CO₂・MAG・MIG

CO₂・Ar+CO₂ 混合ガスなど、酸化性のシールドガス(Al 合金等の MIG 溶接の場合は、Ar・He+Ar 混合ガスの不活性ガス)をアークの周囲に送り、溶融部を大気から遮断しながら、溶接ワイヤ(実体ワイヤまたはフラックス入りワイヤ)をモーター駆動ローラーで連続して供給し、アーク長さを一定に保持しながら行う溶接方法である。

2-4) ガスシールドアーク溶接法(非溶融式) : TIG・プラズマ

Ar・He・Ar+He(Ar+H₂)混合ガス等の雰囲気中でタングステン電極と母材との間にアークを発生させ、このアーク熱により母材を溶融させる溶接法である。等々の溶接方法がありますが、この中で被覆アーク溶接法とサブマージアーク溶接法はシールドガスを使用しないので今回は省きます。

3. シールドガスを使用するアーク溶接法には、どのような溶接法があるでしょうか？

溶融式(ガス・メタル・アーク溶接法=GMAW)			
メタル・イナー特ガス (MIG)	不活性	Ar・He・Ar+He	
	微酸化性	Ar+O ₂ (2%以下)・Ar+CO ₂ (5%以下)	
メタル・アクティブガス (MAG)	弱酸化性	Ar+20%CO ₂ ・Ar+CO ₂ +O ₂ ・Ar+CO ₂ +He	
	中酸化性	Ar+CO ₂ (30%以上)	
炭酸ガス (MAG)	酸化性	CO ₂	
非溶融式(ガス・タングステン・アーク溶接法=GTAW)			
タングステン・イナー特ガス (TIG)	不活性	AR・He・Ar+He	
	還元性	Ar+H ₂ ・Ar+H ₂ +He	
プラズマアーク (Plasma Arc)		プラズマガス	シールドガス
	不活性	Ar・He・Ar+He	
	還元性	Ar+H ₂ ・Ar+H ₂ +He	
* 1) GMAW (Gas Metal Arc Welding) 1-1) MIG (Metal Inert Gas) 1-2) MAG(Metal Active Gas) 2) GTAW(Gas Tungsten Arc Welding) 2-1) TIG(Tungsten Inert Gas)		は、英語の頭文字を並べたものです。	

* MIG 溶接法と MAG 溶接法の区別。

MIG 溶接法と MAG 溶接法の区別は、下表に示している通り、使用するシールドガスで決まります。但し、CO₂アーク溶接法は MAG 溶接法に含まれますが、日本国内では CO₂溶接法と単独に表示されています。

MIG 溶接法とは	<ul style="list-style-type: none"> 100%不活性ガス(Ar・He・Ar+He 混合ガス)を使用する場合。 不活性ガス中の活性ガスの量が定められた量(O₂の場合は2%以下、CO₂の場合は5%以下)以下の混合ガスを使用する場合。
MAG 溶接法とは	不活性ガス中の活性ガスの量が定められた量(O ₂ の場合は2%以上、CO ₂ の場合は5%以上)以上の混合ガスを使用する場合。

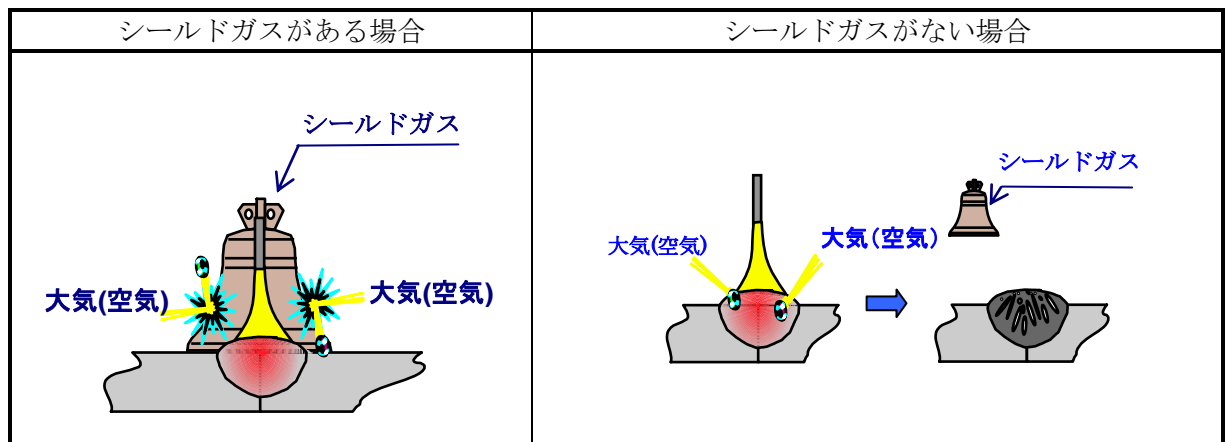
Ⅲ. シールドガスの役割

1. シールドガスは、どのような働きをしているのでしょうか？

シールドガスはアーク溶接でどのような働きをしているのでしょうか？多分多くの方は「熔融金属・アーク等を大気(空気)から保護している」だけの働きしかご存じない方が多いと思います。それも大きな役割の一つですが、他にもシールドガスは役割を担っています。それは、**アークを安定的に維持し、持続し続けさせることが出来る**のは、このシールドガスがあるからです。よって、シールドガスはアークそのものの素材になるという重要な機能を担っています。

1-1) 熔融金属等を大気(空気)から保護

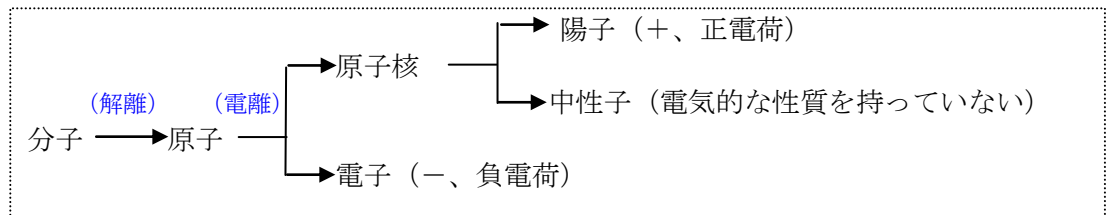
高温にさらされる熔融金属、アーク及び溶融しているワイヤを大気(空気)から遮断し、溶着金属および溶融部の酸化や窒化を防止する。アーク溶接で溶融している金属に大気(空気)が接すると、大量の窒素が金属中に溶け込む。熔融金属が凝固するとき、この窒素が一気に析出し泡となってそのまま金属中で固まってしまう。この状態を**ブローホール**と言ひ、溶接部分の機械的強度が著しく低下する。代表的な溶接欠陥である。そのため、空气中でアーク溶接を行うには何らかの方法で空気とアークや熔融金属を遮断する必要があり、その遮断用としてシールドガスが用いられている。シールドガスとして、炭酸ガス・アルゴン及びアルゴンを主成分とし、それに副ガス（炭酸ガス・酸素・水素・ヘリウムなど）を添加した混合ガスが使われる。



1-2) アークを維持し、持続し続ける。

シールドガスは 1-1) で述べた通り、熔融金属等を大気(空気)から保護する役割を担っているが、それ以上にアークそのものの素材になるという重要な役割があります。「Ⅱ-1. アークとは…？」で、すでに述べていますが再度説明します。アークとはプラズマの一種で、シールドガスが電離したものである。電離とは高温により原子から一部または全部の電子が飛び出している状態になっている。電子が電離することをイオン化、あるいはプラズマ化などという。電離した電子が電荷を運ぶので、アーク及びプラズマは気体であるにもかかわらず、電気を通す伝導体である。よって、通電状態にあるプラズマをアークと呼ぶ。アーク溶接のアークは気化した金属ではない。シールドガスがプラズマ状態になったものである。プラズマは不安定な状態で、大気(空気)中では急速に冷えて普通の気体に戻ってしまうが、アークは電流が通ることで自ら発熱し、その熱でプラズマ状態を維持し続けることが

2) 活性ガス(CO₂、O₂、H₂)は、アーク熱により直ぐにプラズマにならず、まず分子を解離（熱的ピンチ効果/アークを収縮する）し原子の状態になってから、原子核と電子に電離しプラズマとなる。



1-3) アークの安定と、アーク力の強弱(熱的ピンチ効果)

アーク中でシールドガスとして炭酸ガスなどの2原子分子(活性ガス)があると、それらが原子に解離するときに熱を奪う。また、アークを覆っているシールドガスによりアークが強制的に冷やされると、寒いときに身を縮めるのと同様にアークも熱損失を抑制する為その断面積を収縮しようとする。この現象が熱的ピンチ効果と呼ぶ。

- CO₂(解離)→ C + O₂
- O₂ (解離)→ O + O

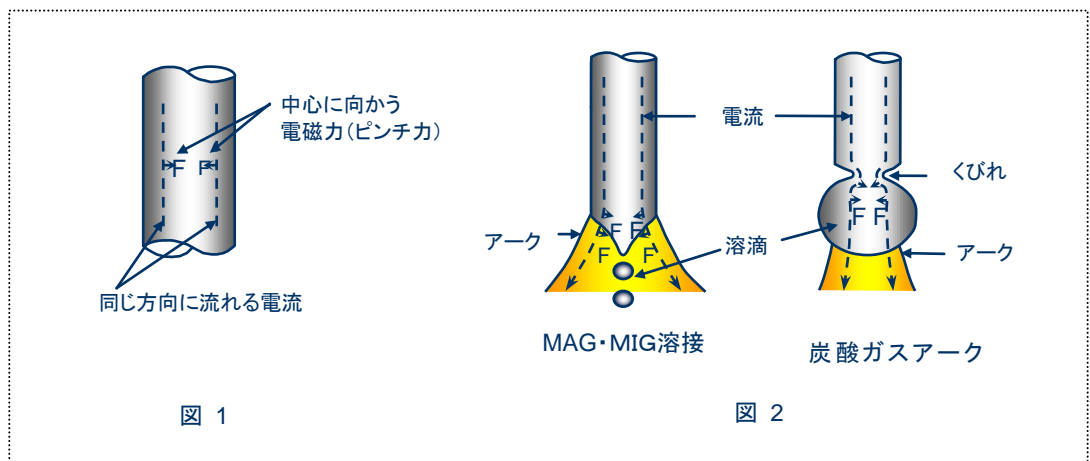
単原子であるアルゴン(不活性ガス)をシールドガスとして使った場合、ボーッとした感じの広いアークになり、また、炭酸ガスでは不安定ながら比較的幅の狭いアークになるのも一つの要因としてこの熱的ピンチ効果の影響を受けているからである。このように活性ガスである炭酸ガスの濃度が、濃ければ濃いほどアーク密度が高くアーク力が強くなり、活性ガスの濃度が薄くなっていけば、アーク力も弱くなっていく。

IV. ワイヤの溶融移行現象(MAG / MIG 溶接の場合)

1. ワイヤの溶融移行原理 (電磁的ピンチ効果)

溶接の作業性を左右する溶融の移行に深く関係している。棒状の伝導体に電流が流れると中心に向かって電磁力(ピンチ力)が発生し、導体が溶けた状態の金属であれば、この力や内部の圧力差によって、変形や流体の移行が起こる。この現象が電磁的ピンチ効果と言う(図1)。溶接ワイヤ先端では溶融を引きちぎる方向に力が働くので、上向き溶接で溶けたワイヤが上にある母材側へ移行することも可能になるわけである。もっとも、この電磁的ピンチ効果と相まって導体(溶融)やアークの形状(アークの広がり)によって働き方が異なる。

シールドガス中にアルゴンを多く含み、アーク幅が広い MAG・MIG 溶接では常に溶融を絞り込むようにピンチ力が働くのでスプレー移行になりやすい。炭酸ガス溶接ではアーク反力がピンチ力より強いため、溶融にくびれがでるまでは引きちぎる力が小さく、大粒のいわゆるグローブular 移行となる(図2)。このようにシールドガスはワイヤの溶融移行現象にも大いに影響を与えている。



2. ワイヤの溶滴移行形態

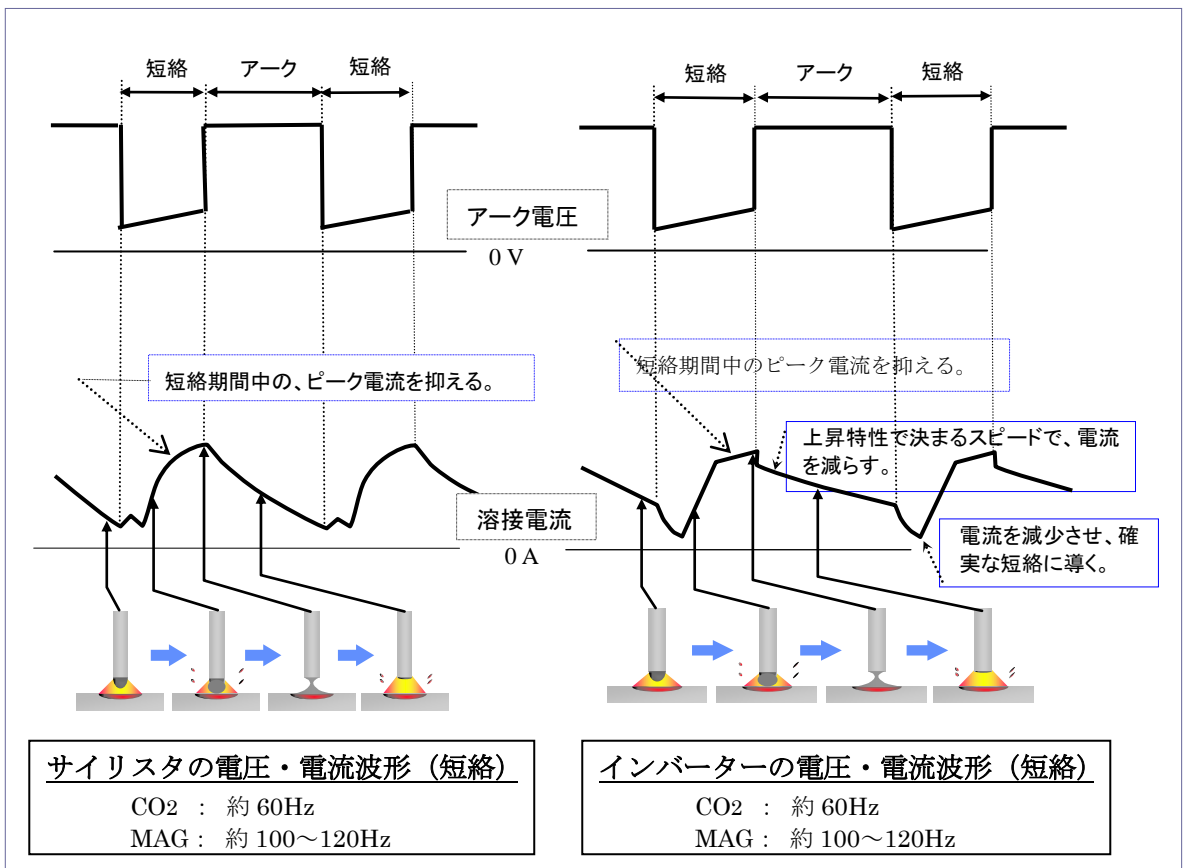
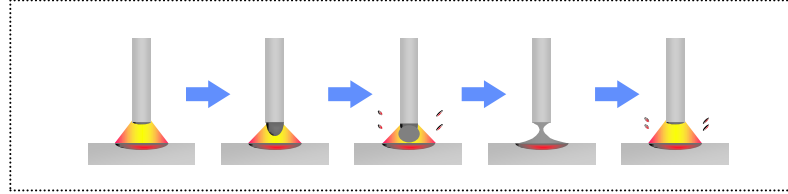
溶接ワイヤの先端が溶け、溶融が母材上に移動する様子を移行状態という。この移行状態には、電圧・電流・シールドガス・溶接材の種類などによって著しく変化する。

ワイヤの溶融移行形態	電流域
1) 短絡(ショートアーク)移行	200A 以下
2) 遷移(グローブularアーク)移行	200A 以上
3) スプレー移行	CO ₂ は不可。
3-1) [ノンパルス溶接機]を使用した場合	300A 以上
3-2) [パルス溶接機]を使用した場合	特に、スパッタの多い短絡及び遷移移行領域で使用される。

* 上記電流域は、ワイヤサイズ 1.2φ、混合ガス 20%CO₂+Ar を使用したときのものです。ワイヤサイズ・使用するシールドガス(活性ガスの比率)が変われば電流域も変わります。

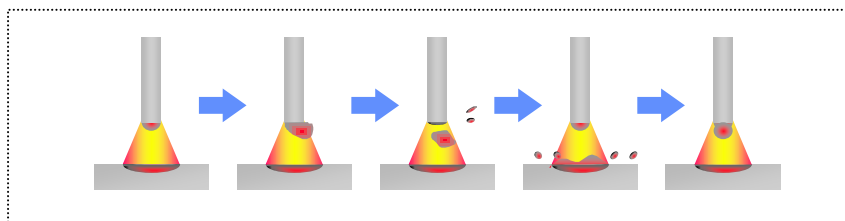
2-1) 短絡(ショートアーク)移行形態：電流域～220A

溶接電流が小さく、アーク長が短い状態。ワイヤ先端に垂下がった熔融金属は母材と短絡されます。この短絡接触時に大電流が流れピンチ効果起き、これと母材の表面張力によって接触が破れてアークが再生します。薄板の溶接や立向き上向きなど全姿勢溶接に適します。



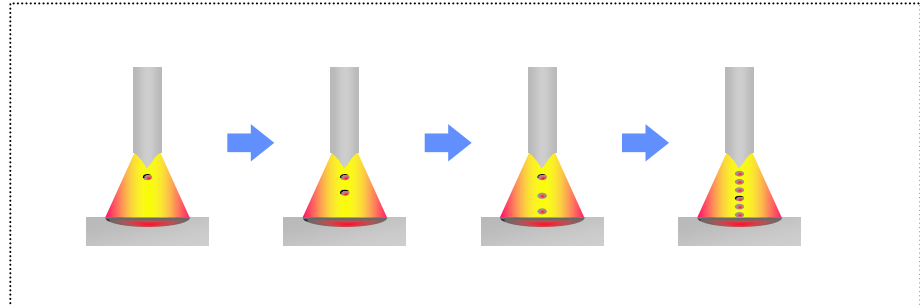
2-2) 遷移(グローブユールアーク)移行形態：電流域 220A 以上 (20%CO₂/Arの場合: 220~300A)

溶接電流が大きく、アーク長が長い状態。アーク熱によって熔融した熔融金属は、重力のために表面張力に打ち勝って溶融池にほとんど短絡せず、比較的大きな球滴 (ワイヤ径以上) となってアークの出ている空間を飛行して母材へ移行します。他の移行形態に比べて大粒のスパッタが多く発生しますが、最も多く使用されている電流域です。



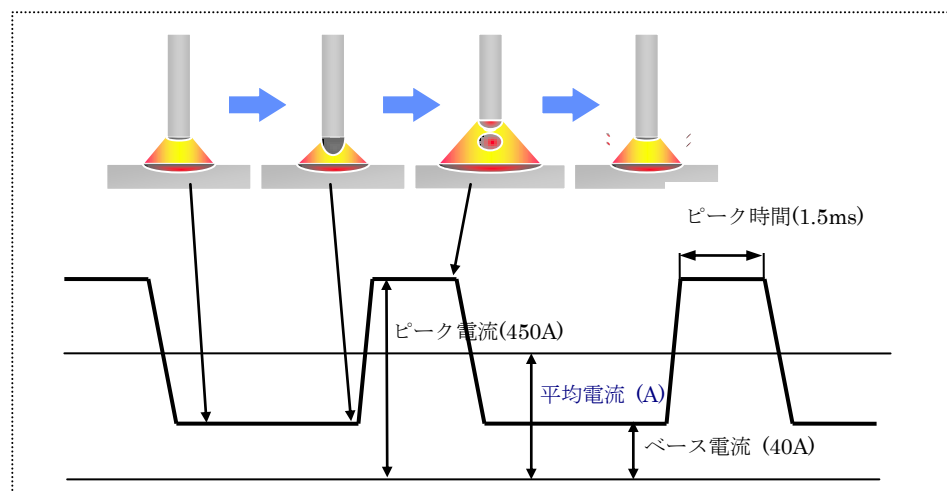
2-3) スプレー移行形態 : 300A~(20%CO₂+Ar の場合)

溶接電流が大きく、かつアーク長が長い状態。電磁的ピンチ効果がワイヤの表面より大きくなり、溶融金属は小粒（ワイヤ径以下）となりワイヤ先端から離脱し高速で溶融池に突入します。このためスパッタの発生が少なくきれいなビード外観が得られます。



2-4) パルスアーク(スプレーアーク)

パルスアークも一種のスプレーアークである。パルス溶接において、溶接ワイヤの材質や径、および使用するシールドガスによって適切なピーク電流・ピーク幅条件を設定することが必要である。使用するワイヤやシールドガスによってスパッタ発生等、溶接結果は大きな影響を受けます。特に、通常短絡アーク状態あるいは遷移移行状態でスパッタを嫌う領域でこのパルスアークが良く使われる。



V. シールドガスの種類

1. シールドガスには、どのような種類のガスがあるのでしょうか？

アーク溶接で一般的によく使われているガスは、炭酸ガスとアルゴンである。日本では炭酸ガスを単独で使うケースが多い(最近では、アルゴンと炭酸ガスの混合ガスが多く使われるようになりました。)が、欧米ではアルゴン及びアルゴンと炭酸ガスを混合したシールドガスを使うのが普通である。また、米国ではヘリウムも比較的多く使用されているようだ。下表はシールドガスとシールドガスの副ガス(原料ガス)、並びに各ガスの物理的性質を現しています。

	ガス名		物理的性質				
			分子量	熱伝導度	沸点	比重	電離電圧
	ガス名	分子記号		($\times 10^{-6} \text{cal/s} \cdot \text{cm}$)	($^{\circ}\text{C}$)	(空気)	(V)
不活性ガス	アルゴン	Ar	39.94	39.08	-185.8	1.38	15.7
	ヘリウム	He	4.003	340.07	-268.9	0.14	24.5
活性ガス	炭酸ガス	CO ₂	44.01	34.98	-78.5	1.5	14.0
	酸素	O ₂	31.99	57.9	-182.97	1.1	12.5
	水素	H ₂	2.016	402.1	-252.8	0.07	15.4

2. アルゴンガス (Ar)

2-1) 不活性ガスの代表的なガスです。

2-2) アルゴンは溶接物および溶接法によって下表のように、単独で使用する場合と、他の不活性ガス或いは活性ガスと混合して使用される場合があります。

溶接物		TIG/プラズマ	MIG	MAG
・アルミニウム合金 ・銅合金		Ar・He Ar+He	Ar・He Ar+He	
ステンレス鋼	オーステナイト系	Ar・He Ar+H ₂ ・Ar+He	Ar+2%O ₂ Ar+5%CO ₂ Ar+He+CO ₂	Ar+10%CO ₂ (CO ₂ の含有量は少ないほうが良い。)
	フェライト系	Ar・He Ar+He		
炭素鋼・高張力鋼		Ar・He Ar+H ₂ ・Ar+He	Ar+2%O ₂ Ar+5%CO ₂ Ar+He+CO ₂	Ar+O ₂ Ar+CO ₂ Ar+CO ₂ +O ₂ Ar+He+CO ₂

2-3) 粗アルゴンを使用する場合の注意：

アルゴンの製造方法は、空気深冷分離法で沸点の差を利用して作られますが、最初に出てくるアルゴンは、酸素と窒素が数%含まれた粗アルゴンです。この粗アルゴンを後工程の精製工程で品質の良い(JIS規格以上)アルゴンが作られます。

実際に粗アルゴンを溶接ガスとして使用されているユーザーもありますが、このような粗アルゴンは TIG・プラズマ溶接には使用出来なく、炭酸ガスと混合して MAG 溶接で使用されているケースがあります。これら酸素・窒素を含む粗アルゴンから作られる混合ガスは、酸素濃度が一定ではなく、溶け込み深さが変動する危険性があり、また、スラグ(酸化物)の生成が多く熔融金属中に巻き込み、溶接欠陥になる可能性が高くなります。また、窒素も含んでいますので、ブローホールが発生する可能性もあります。また、JIS 規格・WES 規格にも該当いたしません。

2-4) JIS 規格 : JIS K 1105 (H17年 10月 20日改正)

	純度 (%)	不純物			備考
		O ₂ (ppm)	N ₂ (ppm)	露点 (°C)	
1 級	99.999 以上	3 以下	7 以下	-65 以下	表の数値は体積です。
2 級	99.995 以上	10 以下	40 以下	-60 以下	

* 溶接アルゴンとしては、一般的に窒素を考慮した 1 級アルゴンと同等以上の品質のものを基準とする。

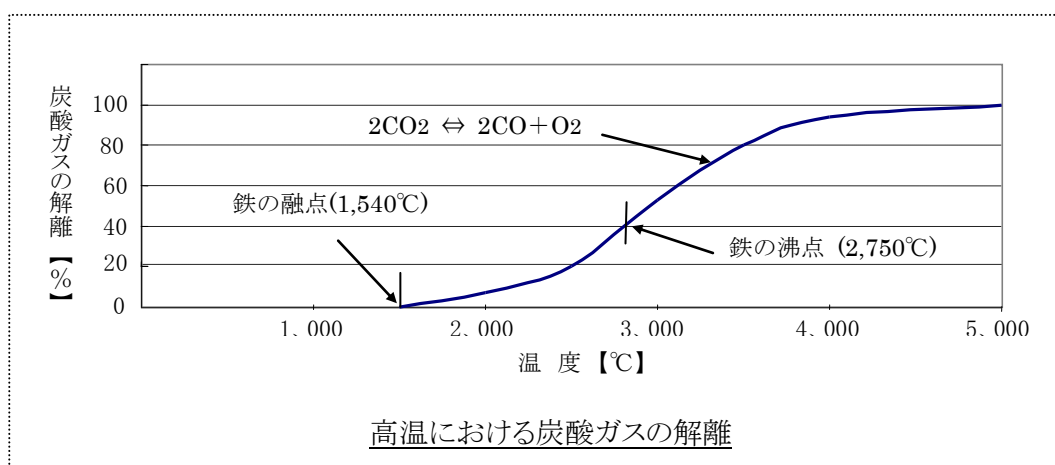
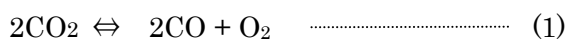
* 露点-65°Cは水分 5.3ppm、-60°Cは水分 10.7ppm に相当する。

3. 炭酸ガス (CO₂)

3-1) アーク中での炭酸ガスのメカニズム (CO₂で溶接が出来るのか?)

炭酸ガスは、シールドガスとしてアークや熔融金属を大気(空気)から保護していますが、実際にはアークの高熱で酸素と一酸化炭素に解離しています。解離した酸素が熔融金属と反応して、悪さをするのではないかと考えられますが、次のようなメカニズムでシールドガスの役割を果たしていると言われています。

① CO₂は下図に示しますように高温で(1)式のように解離します。



② この CO + O₂ の雰囲気中に熔融鋼が存在すると次の(2)の反応を起こします。

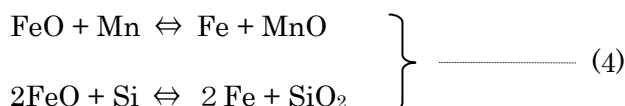


- ③ 鋼中の C が Fe よりも O₂ と結びつきやすいので、



の反応が起こり、(1)、(3)式で生じた CO が、溶滴が凝固するとき気泡となって、一部溶接金属に残りブローホールとなります。

- ④ これを防止するためソリッドワイヤー中に **Mn, Si** などの脱酸剤を多量に入れます。そうしますと(3)の反応より、次の(4)式の反応が起こります。



(4)式の反応の結果、ビード表面にわずかに **MnO, SiO₂** のスラグが生成され、溶接部はブローホールのない健全な溶接金属が得られます。このためソリッドワイヤーには **Mn** が 1.5%程度、**Si** が 0.8%と多量に含まれております。針金や釘などと大きく異なる点の一つです。

- 3-2) 炭素鋼の MAG 溶接で炭酸ガスは単独で使用される場合もあります。また、フラックス入りワイヤとの組合せにより炭素鋼（造船）やステンレス鋼等にも使用されています。

- 3-3) 炭酸ガスの短所

- ・スパッタが多量に発生し、ビード外観が劣る。
- ・溶接作業性が低く、ロボット溶接等の自動化では作業効率が劣る。

- 3-4) 現在では溶接作業性を改善し自動化の促進によりトータルコストの低減を目的として、炭酸ガスはアルゴンとの混合ガスの形で広く使用されている。

- 3-5) JIS 規格 : JIS K 1106

	純度(容量%)	水分(重量%)	臭気
1 級	99.0 以上	—	悪臭のないこと
2 級	99.5 以上	0.05(500ppm)以下	—
3 級	99.5 以上	0.005(50ppm)以下	—

4. 酸素ガス (O₂)

- 4-1) 酸素は、アルゴンあるいはアルゴン+炭酸ガスと混合して使用されます。
- 4-2) アルゴンとの混合ガスは、炭素鋼の薄板あるいはステンレス鋼の MIG 溶接に使われます。
- 4-3) 酸素は、溶融金属の温度を上昇させその粘性を下げ、アーク温度を上げアークを広げる性質をもっています。
- 4-4) アルゴン+酸素混合ガスを使う溶接での、溶接姿勢は溶融金属の粘性が低いので、溶融金属の湯が流れやすくなるため下向姿勢が適しています。

4-5) JIS規格：JIS K 1101

	純度(%)	不純物 / 水分(H ₂ O)
酸素	99.5 以上	規定はない

* H₂O については、JIS K 1101 では規定はないが、実用品は 10ppm 以下にすべき、凝縮した水分を認めないこと。

5. 水素ガス (H₂)

- 5-1) 一般に TIG・プラズマ溶接用にアルゴンとの混合ガス (Ar+H₂) として使用されている。
- 5-2) Ar+H₂ 混合ガスは、オーステナイト系ステンレス鋼(SUS304、316 等)に用いられ、その他のステンレス鋼 (フェライト系等) には絶対に使用しないようにしましょう。
- 5-3) JIS 規格：JIS K 0512

	純度 (%以上)	不純物(ppm 以下)						
		N ₂	O ₂	CO ₂	CO	SO ₂	水銀蒸気	露点(℃以下)
1 級	99.9999	0.2	0.3	0.1	0.1	0		-70
2 級	99.999	5	0.5	1	1	0		-60
3 級	99.99	25	4	10	10	2	0.004	-50
4 級	99.9	40	100	—	—	10		凝縮しないこと

* 溶接用としては、一般に 3 級程度のものが用いられる。

6. ヘリウムガス (He)

- 6-1) 不活性ガスである。
- 6-2) 日本国内のヘリウムガスはすべて輸入品です。
- 6-3) 単体で用いられることもありますが、通常は混合ガスとして用いられます。
- 6-4) 一般に TIG 溶接や Al 合金の MIG 溶接に混合ガスとして使用されます。
- 6-5) ヘリウムは熱伝導度が高いので、アルゴン単独より大きな入熱が可能となり、広くて深い溶け込みを得ることが出来ます。
- 6-6) JIS 規格：

JIS 規格の規定はない。参考として高圧ガスメーカーの溶接用ヘリウム規格を示す。

高圧ガスメーカー の規格	純度 (%以上)	不純物(ppm 以下)		
		N ₂	O ₂	水分
	99.995	10	2	10

7. 参 考

- ・ JIS(Japanese Industrial Standard)：日本工業規格
- ・ WES(The Welding Engineering Society Standard)：日本溶接協会