

シールドガスの最新事情について

岩谷産業株式会社
産業ガス・溶材本部 ウェルディング部
石井 正信

■はじめに

長引く景気低迷や歴史的な円安の中、わが国は、ものづくりにおける変革を求められる時期が来ていると感じる。自動車、車両ではアルミ部材の適用拡大や、軽量化に伴う薄板高張力鋼、防錆能力を飛躍的に向上させた新しい亜鉛メッキ鋼板等々、更なる省力化を目指す溶接作業には多くの課題が発生し、長い歴史と経験を有する造船、建機業界では高効率でありながら、高いレベルの溶接品質向上が課題となっている。

各製造現場では溶接外観はもとより欠陥防止はコストに直結するため、これらの改善策の一つとして、シールドガスの見直しが急速に進んでいる。

今回は、シールドガスについての基本要素の振り返りと課題解決に応用できるシールドガス技術について概説する。

■溶接用シールドガスの基礎

日本国内でのガスシールドアーク溶接は、「炭酸ガス」とマグガスと呼ばれる、「80%アルゴン+20%炭酸混合ガス」が最も多く、ティグ溶接では「アルゴンガス」が万能ガスとして主に用いられ、ソリッドワイヤにおけるステンレスマグ溶接では「2%酸素+98%アルゴンガス」も一般的なシールドガスとして認知されている。

一方、欧米ではアルゴンをベースとしたシールドガスがほとんどで、炭酸ガス溶接は極めて少ないのが現状である。またアルゴンガスに炭酸、酸素、水素、ヘリウム of のいずれかを混合する2種混合から、3~4種類のガスを混合したプレミックスガスは非常に多くの種類が流通し、母材や溶接法に応じたガスが使い分けされている。

次に、シールドガスに使用される主なガスについて説明する。

表1 シールドガスに使用されるガス種と物理的性質

ガス物性表	Ar	CO ₂	O ₂	He	H ₂
比重 (空気=1)	1.38 ○	1.53 ○	1.11 ○	0.14 △	0.07 △
イオン化ポテンシャル (eV)	15.7 ○	14.4 ○	13.2 ○	24.5 ◎	13.5 ○
熱伝導率 (mW/m K)	21.1 ○	22.2 △	30.4 ○	166.3 ◎	214.0 ◎
活性	不活性 ◎	活性 ○	活性 △	不活性 ◎	活性 △
燃焼性	不燃性 ◎	不燃性 ○	支燃性 △	不燃性 ◎	可燃性 ×

●炭酸ガス

無色・無臭、不燃性のガスで、大気中に約 0.03%程度しか存在しない。空気の約 1.5 倍の重量があり、乾燥した状態ではほとんど反応しない安定したガスで、化学プラントや製鉄所の副生ガスを原料として製造されている。通常、溶接等の工業用ガスとして、ボンベに充填され液化炭酸ガスの状態で搬送されるが、液化炭酸ガス 1kg あたりで 0.5m³程度の炭酸ガスとして気化する。工場でも多く見かける緑色の 30kg 入り液化炭酸ガスボンベは、約 15m³の炭酸ガスを取り出すことができる換算となる。

●アルゴン

高温・高圧でも他の元素と化合しない不活性で、無色・無味・無臭のガス。空気中に 0.93%程度しか含有しないが、深冷分離と言う方法で大気を原料とし分離精製され製造している。比重は 1.38 (空気=1) と空気と比較して重い為、大量使用の場合は地下ピットやタンク内などガス溜りに注意が必要。沸点は-186℃。製鉄や高反応性物質の雰囲気ガス等に広く利用されている。

●ヘリウム

無色・無臭、不燃性のガスで、大気中に約 5.2ppm しかなく、比重は 0.14 (空気=1)、沸点は-269℃。化学的に不活性で、通常の状態では他の元素や化合物と結合しない。ヘリウムは特定のガス田プラントより採掘される天然ガス中に 0.3~0.6%程度しか含まれておらず、それを分離精製し製造されている。

近年までアメリカが市場の 7 割を占め、超希少資源として戦略物資の扱いとしていたが、ガス田にはヘリウム埋蔵量にも限度があることに加え、精製プラントのトラブル等が原因で輸出制限中となっている。現在までアメリカからの安定供給に頼っていた日本国内では、需要に供給が追い付かない状況が発生している。その他のヘリウム産出国でも急な需給には応じられず、2013 年後半まで逼迫状況は続く見込みである。

●酸素

無色・無味・無臭のガスで、空気の約 21%を占めており、比重は 1.11 (空気=1) で沸点は-183℃。化学的に活性が高く、多くの元素と化合し酸化反応を起こす。シールドガスとしては先に記述した、2%酸素+98%アルゴンがステンレスマグ溶接に使用されている。アルゴンと同じく深冷分離による方法で大気を原料とし分離精製され製造されるのが一般的であるが、エアガスと総称する窒素、酸素、アルゴンの 3 種のガスは、分離精製時に-200℃へ及ぶ冷却が必要なことから膨大な電力が必要となっている。

●水素

無色・無味・無臭、可燃性のガスで、比重は 0.07 (空気=1) と地球上の元素の中で最も軽いガスで、沸点は-253℃。また、熱伝導が非常に大きく、粘性が小さいため、金属などの物質中でも急速に拡散する。水素脆化が示す通り、溶接には不向きとされているが、オーステナイト系ステンレス鋼へは影響が極めて少ないことから、3~7%の水素を添加した混合ガスで高効率なティグ溶接やプラズマ溶接で使用されている。

■溶接用ガスの役割

シールドガスは文字通り、空気との遮断が役割であるが、最新の溶接用シールドガスは、各ガスの物性を活かし、シールド性能だけではなく、「高効率・高品質」を狙った溶接施工が注目され直接コストにかかわる「作業時間短縮」を目指した溶接用シールドガスの開発が盛んに行われている。当社の主な溶接用混合ガスとして、母材別に適合させた表 2 の混合ガスが開発され、ユーザーで使用されている。

表 2 溶接用混合ガス（岩谷産業㈱カタログより）

商品名	組成	対象素材	特長	用途
軟鋼・低合金鋼用（マグ）				
アコムガス	Ar+CO ₂	軟鋼	低スパッタ・アーク安定・汎用性の高いマグガス	鉄骨・橋梁・造船等
アコムエコ	Ar+CO ₂	軟鋼中厚板	低スパッタ・低ヒューム・経済的なマグガス・CO ₂ 溶接での作業環境を改善	鉄骨・橋梁・造船等
アコム HT	Ar+CO ₂	薄板高張力鋼	低スパッタ・高速化・ビード外観向上・溶接金属の性質向上	自動車・輸送機器・事務機器等
アコム Z	Ar+CO ₂ +O ₂	亜鉛メッキ鋼板	低スパッタ・高速化・耐ビット性向上・一般軟鋼にも使用可能	住宅設備・自動車
ハイアコム	Ar+CO ₂ +He	軟鋼中厚板	スパッタ激減・高速化・ビード外観向上・中電流から高電流で抜群のアーク安定性	鉄骨・橋梁・造船等
アコム FF	特許出願中	軟鋼薄板・亜鉛メッキ	幅広ビードの形成で、アンダーカットを抑制・高速化が可能	自動車・輸送機器
ハイマグメイト	Ar+He+CO ₂ +O ₂	軟鋼中厚板・大電流マグ	高速化・スパッタ激減・溶接バス数減・大電流溶接で安定したスプレーアークを実現	鉄骨・橋梁・造船・重機等
ステンレス鋼用（ミグ・ティグ）				
ティグメイト	Ar+H ₂	ステンレス鋼・プラズマ溶接	溶け込み向上・高速化・ティグ板厚により混合比を調整可能	厨房機器・配管
ハイミグメイト	Ar+He+CO ₂	ステンレス鋼・パルスミグ	鋼溶着・高速化・ビード外観向上・スパッタ激減・より高品質溶接を実現	自動車・鉄道車両・化学プラント
ミグメイト	Ar+O ₂	ステンレス鋼・パルスミグ	アーク安定・低スパッタ・溶接効率向上	車輛・配管
アルミ・アルミ合金用（ミグ・ティグ）				
ハイアルメイト A	Ar+He	薄板アルミ合金・パルスミグ/ティグ	溶け込み向上・高速化・耐ブローホール性向上・ビード外観向上	特装车・鉄道車両
ハイアルメイト S	He+Ar	厚板アルミ合金・パルスミグ/ティグ	溶け込み向上・高速化・耐ブローホール性向上・ビード外観向上	LNG タンク・アルミ船

■マグ溶接に及ぼすシールドガスの影響

マグ溶接におけるシールドガスとして、現在では多くの製造現場で使用されるマグガスは先に記述したように、アルゴン 80%+20%炭酸ガスの組成であるが、その組成比率により溶滴移行は変化を見せる。一例として、図 1 に示すようにスパッタが激減するスプレー移行の電流域はガス組成により大きく変化をする。これらを利用することで、パルス溶接で問題となるアンダーカットや更なる低

スパッタ等の施工性改善も見込める。

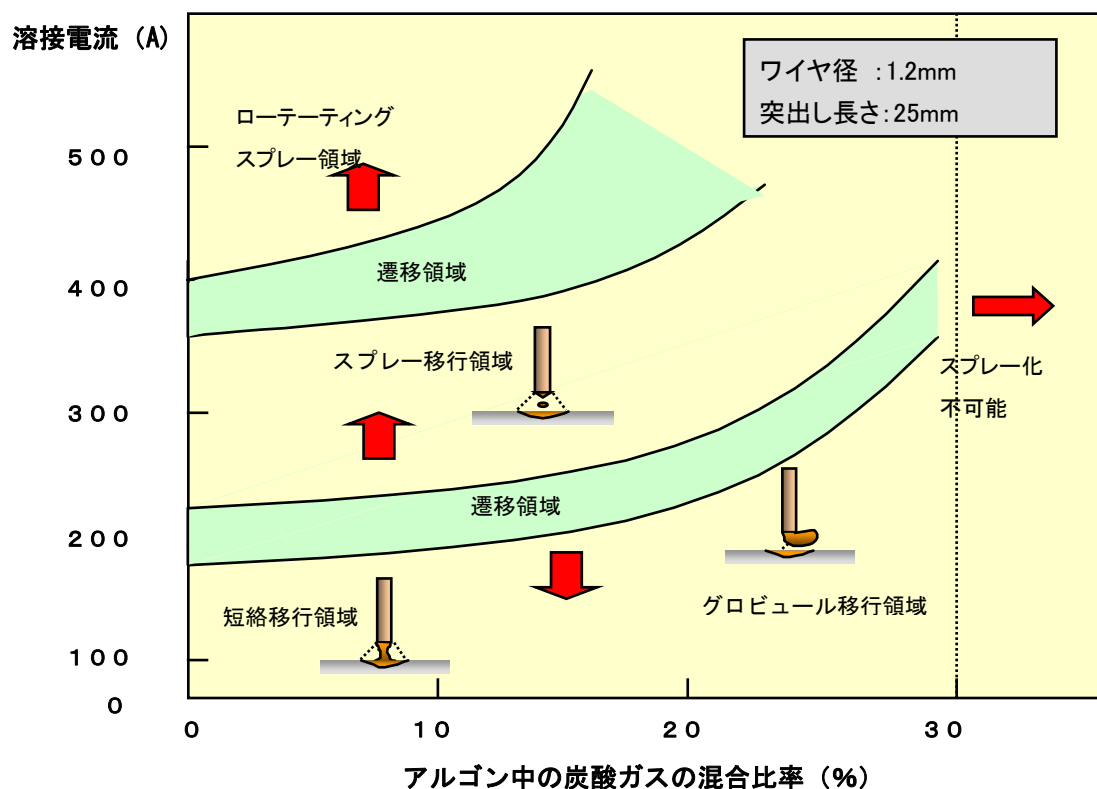


図1 ガス混合組成が及ぼす、溶滴移行への影響

■ マグ溶接における、溶込みへの影響

ガス混合組成は、溶込み深さや形状にも影響を及ぼすことが、比較試験（写真1参照）により確認することができる。軽量化に伴う薄板化が進む現在では、アルゴン比率を高めることで溶込みは浅くなり薄板マグ溶接における、穴開き、溶け落ち等の溶接欠陥防止策として活用されている。これとは逆に、炭酸ガス溶接と比較して溶込み不足を指摘されることの多いマグガスは、炭酸ガス比率を増やすことで改善される可能性がある。

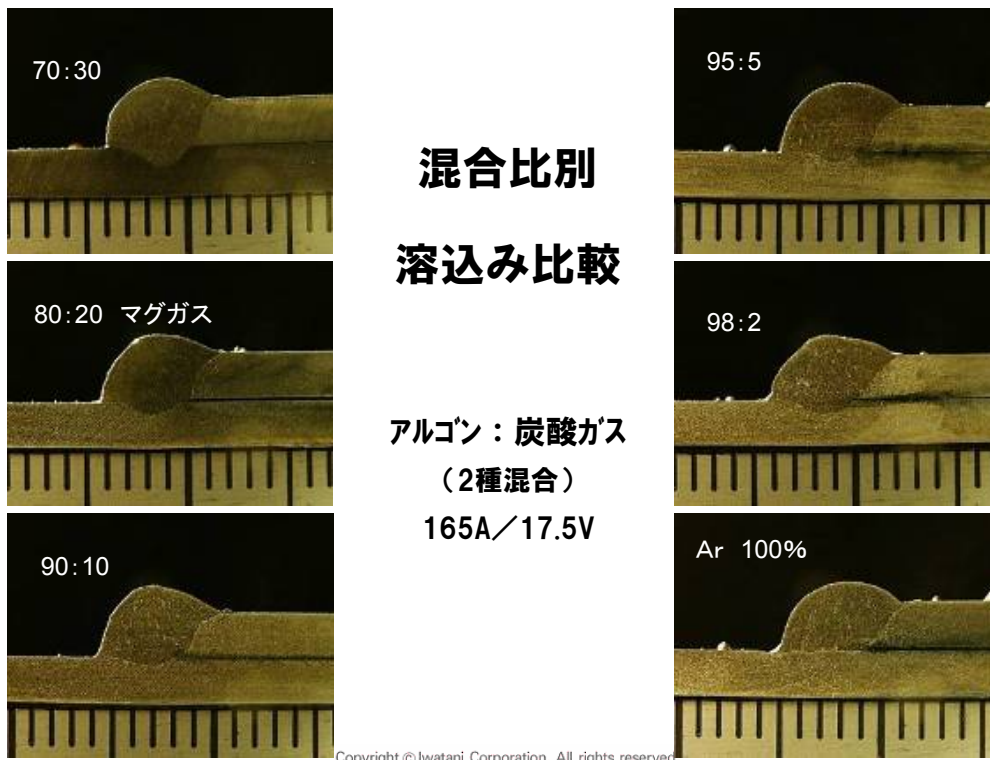


写真1 ガス組成変化による溶込み比較

■ マグ用ヘリウム添加シールドガスの開発

多くの炭酸ガス溶接現場にて課題とされるスパッタ低減や、ヒューム対策としてマグガスへ変更されているが、変更時の技術的な課題として溶込み不足や、更なるスパッタ低減を課題とすることがある。当社が開発したハイアコムは、従来のマグガスに 10%以下のヘリウムを添加し、アルゴン+炭酸ガス+ヘリウムの3種混合とし、高電流域での溶込み改善（写真2参照）、及び更なる低スパッタ化を可能としている。また、じん肺の原因となる溶接ヒュームの発生を低減させる効果もあり、アーク溶接作業者のじん肺障害防止対策としての効果も期待できる。

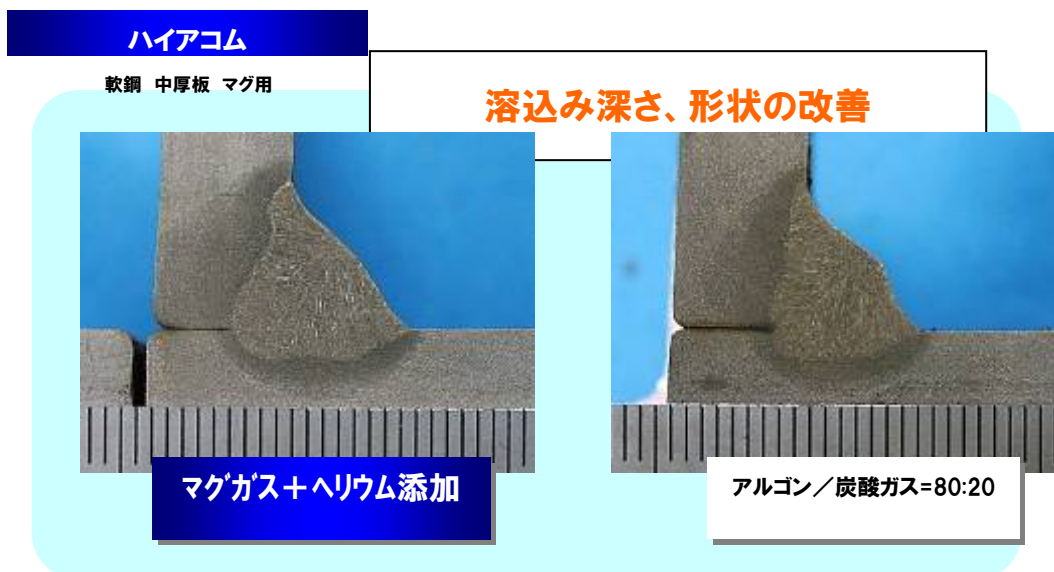


写真2 ヘリウム添加 高電流用 3種混合ガス 溶込み比較

■ティグ溶接におけるヘリウム混合ガスの影響

熱伝導の早いアルミ合金や銅合金のティグ溶接は従来、高度な溶接技術が必要とするが、アルゴンとヘリウムの2種混合により溶接性の向上はもとより、大幅な溶接時間の短縮が可能となる。これは、**表1**で示したHeのイオン化ポテンシャルにより、定電流特性を持つティグ溶接電源ではより高い電圧を出力し、結果として入熱が高くなることによる。加えてアルゴンと比較して熱伝導の良いヘリウムがアーク熱を母材へ伝えることで相乗効果を生んでいる。ヘリウムの添加量に正比例しアーク電圧は上昇するが、母材形状や板厚により溶込み深さは必ずしも正比例（**写真3**参照）しないので、施工に応じた混合比率を検討することが必要である。

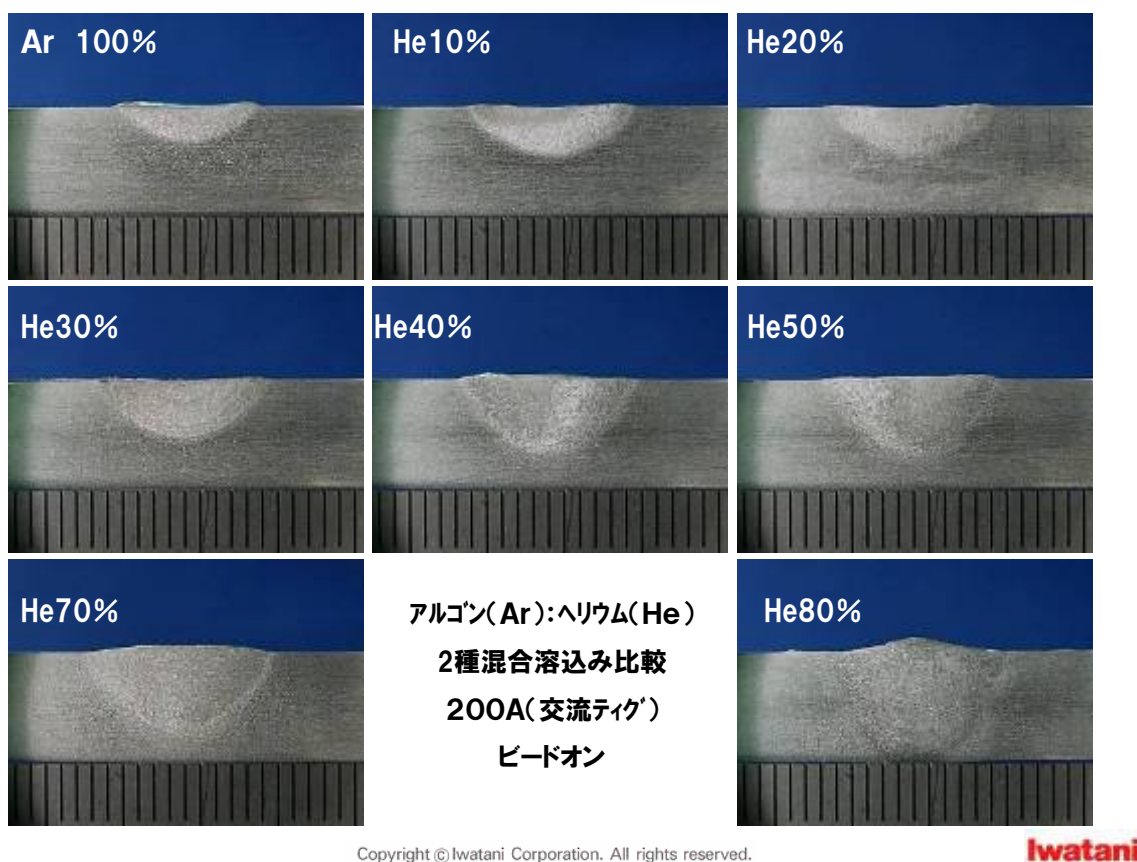


写真3 ヘリウム添加量と溶込み形状変化

■シールドガスの選定と今後について

今回、紹介させて頂いたシールドガスの他にも、ステンレス用、亜鉛メッキ用、その他高速溶接を目指した物など、弊社を含めた各ガスメーカーにて開発が続けられており、様々な溶接課題をクリアするにあたり、シールドガスの効果を検討願いたいと考える。

グローバル競争において、高品質な物を低コストで作る事が重要とされているが、日本の国内における溶接コストは溶接品質を向上することで低減する機会が多い。品質の向上は、コストアップと捉えられ易いが、溶接におけるコストとは仮付けから始まり塗装前の最終仕上げまでとなり、トータルでのコストを考えるのが重要。接合作業以外の時間がコストの大きな割合を占め、溶接欠陥の補修や

スパッタ取り作業など、これらを低減することでトータルコストの大幅ダウンを実現しているのが現状である。

すべてのガスシールド溶接法が、シールドガスの変更だけでは解決できない課題もあるが、進化を続ける溶接電源や新ワイヤなど、これらの「組合せ効果」は、これからの溶接事業での大きなキーワードと考える。

以上

<略歴>

-
- 1985年 現エーテック㈱へ入社
 - 2004年 岩谷瓦斯㈱ 溶接技術センター センター長
 - 2009年 岩谷産業㈱ ウェルディング部 溶接技術サービス所属
現在に至る