特集

ニッポンのものづくりを支える生産現場の知恵—創意と工夫による溶接・接合技術の追求—

第3部 ものづくりに貢献する要素技術としての溶接・接合の未来

シールドガスからのアプローチ*

佐藤 豊 幸**

Shielding Gases*

by SATOH Toyoyuki**

キーワード 製造現場, 大学教育, ものづくり, 生産技術, 実験, シールドガス, アーク, レーザ

1. はじめに

ものづくりの基盤である生産技術の一つとして「溶接・接合技術」は、必要欠くべからざる技術であることは言うまでもないが、その中の一つの要素である「シールドガス」もまた重要な役割を担っている。ガスシールド溶接法が、1930年代に不活性ガスによってアークをシールドする溶接法として開発されて以来、炭素鋼などのGMA溶接法として実用化が進み、日本国内においても、現在あらゆる産業界においてガスシールド溶接法が多用され、現代の製造業において必須の溶接技術となっている。図1に国内における溶接材料の種類毎の変遷を示すが、1970年代以降、それまで2割以下であったガスシールドワイヤ（ソリッド及びフラックスコアード）の比率が急激に増加し、現時点で約8割程度を占めていること

図1 国内の溶接材料生産比率推移

からも、現在のこの溶接法の重要性がよく示されている。

ただし、この溶接法に必要な不可欠な「シールドガス」については、その名称ゆえか、これまで熔融金属を大気から遮蔽するための単なる“保護ガス”としての認識が強い。しかしながらシールドガスは、事実として、溶接の能率・作業性・品質に大きな影響を及ぼすものである。

例えば、ガスシールドアーク溶接法においては、ガスはアーク中でプラズマ化し、母材への入熱媒体となるばかりか、母材酸化膜のクリーニング現象にも寄与し、更にそれぞれのガス固有の物性によりアーク柱へも大きく作用して、ワイヤ先端の溶滴移行現象を左右する。すなわち種々アーク溶接の物理現象においてガスは中心的な役割を果たし、この結果、溶接中のスパッタ発生のみならず、溶接ビードの溶込み・余盛形状・外観などへも多大な影響を及ぼす因子となる。また、溶接金属成分への影響も小さくなく、溶接金属の機械的性質や溶接欠陥の発生し易さなどにもガス種の化学的性質が大きく反映される。すなわち、アーク溶接における溶接の品質向上・能率改善に向けては、シールドガスの最適化検討は欠くべからざる項目なのである。

本稿では、現時点での国内外のシールドガスの種類やその差異について紹介するとともに、最近の新しいシールドガスの開発動向などから、将来のシールドガスの可能性を考えてみたい。

2. 世界におけるシールドガスの種類

表1に日本と欧米で市販されている主な混合シールドガスの種類を示す。なお、当然ながら混合ガス以外に単体ガスとして、Ar, He, 及びCO₂も多数利用されている。

10数年ほど前までは、日本では、欧米ほど多くの種類のシールドガスが流通しておらず、ほとんどCO₂溶接が主体であり、混合ガスといえ、80%Ar-20%CO₂しか認知されていないという状態であった。それが、表1の通

*原稿受付 平成18年12月4日

**正 員 大陽日酸(株) Member, TAIYO NIPPON SANSO Corporation

表1 溶接用混合シールドガス種一覧

ガス種		欧州	米国	日本	主な用途
2種	Ar-He	○	○	○	TIG・MIG
	Ar-H ₂	○	○	○	TIG・プラズマ
	Ar-CO ₂	○	○	○	MIG・MAG
	Ar-O ₂	○	○	○	MIG・MAG
	Ar-N ₂ ※1	○	○	—	TIG・MIG
3種	Ar-He-CO ₂	○	○	○	MIG・MAG
	Ar-He-N ₂ ※	○	—	—	TIG・MIG
	Ar-He-H ₂	○	—	○	TIG・プラズマ
	Ar-CO ₂ -O ₂	○	○	○	MIG・MAG
	Ar-CO ₂ -H ₂	○	○	○	MIG
	Ar-N ₂ -H ₂ ※	○	—	—	TIG・MIG
4種	Ar-He-CO ₂ -O ₂	○	○	○	MIG・MAG
	Ar-He-CO ₂ -H ₂	○	—	—	MIG
	Ar-He-CO ₂ -N ₂ ※	○	—	—	MIG

※：N₂を含むシールドガスは、主に2相SUSやNi基合金向け

り、現時点、世界で使用されている混合ガスは、汎用性の高いガス種ではそれほど大きな差異が無いことがわかる。ただし、欧州では、4種混合ガスやN₂を含む特殊なガスもある程度実績があり、これまでの混合シールドガスの歴史が大きく影響している他、2相ステンレス鋼やNi系材料の普及といった事情も伺える。

シールドガスの種類は、適用する溶接法及び材料ごとに構成するガス種そのものが大きく変わり、また、その使用目的・ニーズなどによって、その具体的な組成が定まってくる。当然ながら、用いる溶接材料や溶接機の種類によっても最適なガス組成は異なってくるため、その溶接施工に際して、最適なガス種を選定することは、それほど容易ではない。またその選定されたシールドガスごとに最適な溶接条件も異なってくるため、最終的な現場での施工条件出しまでには、シールドガスについて相当の専門的な知識と経験が要求される。今後は、これらを総合的により簡便に取り扱えるソフトなども提案される必要があると考える。

3. 最近のシールドガスの開発事例及び将来への展開

欧米で最初にガスシールドアーク溶接法が進化し、そのシールドガス種の開発も欧米主導で進んできたため、数年前までは、ほとんどのガス種は、欧米での実績を元に日本でも紹介されて利用が広まってきたともいえる。しかしながら、最近日本においてもその独自の市場性・技術背景などから、従来にない日本オリジナルのシールドガスも発表されており、以下にその事例を2つ紹介する。

(1) 表面張力対流制御による超深溶け込み TIG 溶接用シールドガス

図2にステンレス鋼のTIG溶接の「溶込み」を改善することを目的として開発されたシールドガスの例を示す。二重シールドトーチを用いて電極を保護しながら溶融池に酸化性ガスを供給し、表面張力対流の向きを内向きに変えることによって著しい深溶込みが得られている。

このシールドガスの効果は、従来のTIG溶接の概念を覆し、「不活性ガスによる溶融金属部の保護」を完全に変

図2 ステンレス鋼 TIG 溶接における溶込み形状に及ぼすシールドガスの影響

図3 亜鉛めっき鋼板のハイブリッド (YAG + MAG) 重ねすみ肉溶接におけるビード外観・断面に及ぼすシールドガスの影響

えてしまっている。この意味で、TIG (Tungsten Inert Gas Arc Welding) ではなく、TAG (Tungsten Active Gas Arc Welding) という新しい分類の溶接法であるといっても過言ではない。しかも、これまでのTIGの欠点である低能率性を飛躍的に改善していることから、今後、他の溶接法の代替としてこの溶接法の普及が注目される。“シールドガス”という認識を大きく変えることが出来た好事例であろう。

(2) 亜鉛めっき鋼板ハイブリッド溶接 (YAG + MAG) 用シールドガス

図3に亜鉛めっき鋼板のハイブリッド溶接において問題となる「ピット・ブローホール」を改善することを目的として開発されたシールドガスの例を示す。亜鉛めっきの蒸気圧と溶融池の表面張力を制御することにより、ピット・ブローホールの発生を抑制している。

レーザ溶接は、いまだ現場への普及がそれほど広まっておらず、集中熱源としてのレーザの特長も十分に生かされているとはいえない状況である。また亜鉛めっき鋼板の利用は今後とも自動車を中心として継続される可能性が高いが、この材料の溶接性についても、全て解決されたとはいえない。従って、このシールドガスの効果は、自動車に多用される亜鉛めっき鋼板の溶接能率を大幅に改善する可能性があり、レーザとMAGとのハイブリッド溶接の利用が拡大する可能性も示唆している。

4. おわりに

今後の日本の“ものづくり”においては、国内消費の伸びがそれほど期待できないことに加えて、海外においても特にアジアなどの諸外国との競争がより一段と加速

することが予測され、溶接をはじめとする生産技術の高効率化は製造業にとって最大の課題になると考えられる。溶接施工を限りなく効率化させるためには、極めて高度なプロセス制御や、全く新しい概念の溶接プロセスの導入が必要であると考えられ、そのためにはシールドガスからのアプローチも必須検討項目であると思われる。将来的に開発されるであろう新しい溶接プロセスにおけるシールドガスの最適化もさることながら、今後、シールドガス側からの新しい視点による新溶接プロセスの開発

が重要な意味を持つのではないだろうか。

溶接における“シールドガス”の果たすべき役割を再度見つめなおし、プロセス開発の新たな可能性を探っていきたいと考えている次第である。

参考文献

- 1) 別冊溶接ニュース，溶接関連資料集（2006），産報出版。