

# ガスシールドメタルアーク溶接用シールドガス“ELNACKS”

## “ELNACKS” Shielding Gas for Gas Metal Arc Welding

内原正人/Masato Uchihara・総合技術研究所 薄板研究部 副主任研究員

高橋通泰/Michiyasu Takahashi・総合技術研究所 薄板研究部

高 隆夫/Takao Taka・総合技術研究所 研究企画部 参事

宮内秀樹/Hideki Miyauchi・共同酸素㈱ 技術開発部

中田実雄/Jitsuo Nakata・共同酸素㈱ 技術開発部 課長

### 要 約

自動車の製造分野への適用を目的としたガスシールドメタルアーク溶接（マグ溶接）用シールドガスの最近の研究結果を紹介する。その内容は以下の3点に要約される。

- (1)スパッタ低減には数%の酸化性ガスを含有するアルゴンが最も有効である。
- (2)溶接部の電着塗装後の耐食性を向上させるには、炭酸ガスおよび酸素のような酸化性ガス濃度を低く抑えることが有効である。
- (3)亜鉛めっき鋼板の重ね溶接部でのピットを低減するためには、シールドガスに3～5%程度の酸素を添加することが有効である。

これらの結果をふまえて、自動車の製造分野に最も適したマグ溶接用シールドガスとしてAr+約3% O<sub>2</sub>ガス、または、それに10%程度までのCO<sub>2</sub>を混合したガスを提案した。現在、約3%の酸素を含有するアルゴンを“ELNACKS”という名称で共同酸素㈱より販売しており、自動車の製造関連メーカーでも広く使用されつつある。

### Synopsis

Gas metal arc welding (GMAW) is widely used in the assembly of automotive bodies and components. We introduce our recent studies on shielding gas for GMAW in the automotive industry in this report, summarized as follows.

- (1)The addition of 1 to 10% CO<sub>2</sub> or O<sub>2</sub> to Ar shielding gas minimizes the amount of spatter.
- (2)The decrease in oxidizing gas such as CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> content improves the corrosion resistance of electro-deposition (ED) coated welds.
- (3)The addition of 3-5% O<sub>2</sub> to shielding gas is effective for avoiding pits in the welds of zinc plated steel sheets.

Based on these results, it is concluded that the appropriate shielding gas composition for GMAW in automotive industries is Ar+3%O<sub>2</sub>+(0-10)%CO<sub>2</sub>. “ELNACKS” which is Ar containing 3% oxygen, has already been produced by Kyodo Oxygen Co. Ltd. and is coming into use by automotive manufacturers.

## 1. はじめに

自動車ボデーや足廻り部材の溶接施工には、炭酸ガス溶接やマグ溶接と呼ばれる消耗電極式ガスシールドアーク溶接がスポット溶接と並んで一般的に用いられている。本溶接法は産業分野を問わず広く普及している溶接法であるが、自動車の製造分野では薄鋼板を用いた製品の大量生産性が求められるため、これまで、溶接機器や溶接材料の改良が加えられてきた。従来から溶接用シールドガスは炭酸ガス単独かアルゴンと20%程度の炭酸ガスの混合ガスが用い

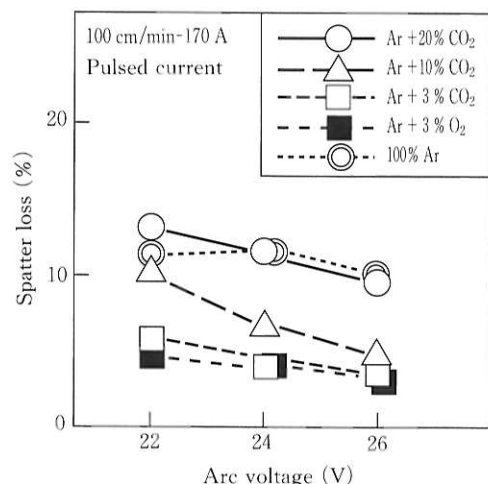
られており、シールドガス成分と溶接性の関係については十分な検討が行われてきたとは言い難い。著者らは自動車の製造分野への適用を目的に、耐スパッタ性、電着塗装後の溶接部耐食性、および、亜鉛めっき鋼板の溶接部の耐気孔性等の問題に関して、シールドガス組成の検討を進めてきた。本報では検討結果を紹介し、合わせて、共同酸素㈱より販売中の溶接用シールドガス“ELNACKS”（エルナックス）を紹介する。

## 製品・技術紹介

## 2. シールドガス組成の調整によるスパッタの低減

現在、自動車の製造分野では、アルゴンと20%程度の炭酸ガスの混合ガスをシールドガスとして用い、パルス電流を用いるパルスマグ溶接法が耐スパッタ性に最も優れた溶接法として普及している。一般に、高速溶接では不安定ビードが生じやすくなる問題があるため、電圧を低くして短アーク長の条件で溶接が行われる。パルスマグ溶接といえども電圧を下げるほどスパッタが多く発生するため、低電圧条件でスパッタ発生を抑える方法が望まれており、著者らはシールドガス組成の観点から検討を行った。

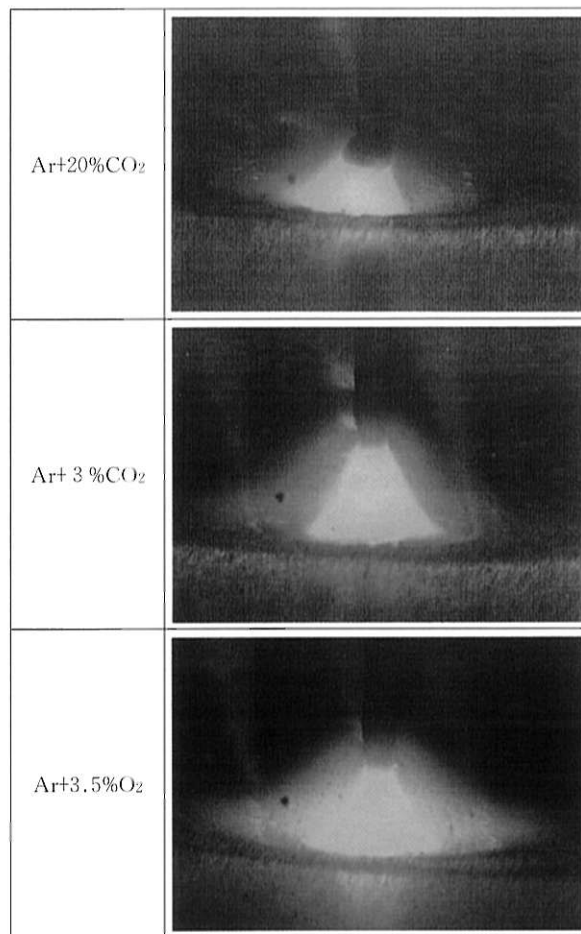
第1図にパルスマグ溶接におけるシールドガス組成および電圧がスパッタ量に及ぼす影響を示す。従来用いられてきたアルゴンと炭酸ガスの混合ガスでも、炭酸ガス濃度を低く抑えることでスパッタ量を低減できる。また、アルゴンへ微量の酸素を混合したガスも、スパッタ量の低減に効果的である。しかし、シールドガスに純アルゴンを用いるとアークが不安定になるのでスパッタ量が多くなる。また、純アルゴンではビードが不安定になる場合もあるため、少なくとも1%程度の炭酸ガスや酸素のような酸化性ガスの添加が必要である<sup>1)</sup>。したがって、数%の酸素や炭酸ガスを含有するアルゴンがスパッタの発生を抑えるには最も適したシールドガスであるといえる。第2図にアークの発生状況の一例を示す。従来の組成ではワイヤ先端に大きな溶滴が観察されるのに対して、微量の炭酸ガスまたは酸素を混合した組成では、溶滴が微小でワイヤ先端が鋭いのがわかる。スパッタの主な発生原因はよく知られているように、ワイヤ先端と溶融池との接触（短絡）である。したがって、この組成でスパッタの発生が少ないのは、溶滴が微小であるために短絡が生じにくいからだと考えられる。なお、炭



第1図 スパッタ量に及ぼすシールドガス組成および電圧の影響

Fig.1 Effect of shielding gas composition and arc voltage on spatter generation

酸ガス添加に比べ酸素添加の方がアークの集中性が高い傾向が認められており、アークの集中性の観点からは酸素添加の方が効果的であると思われる。



第2図 各種シールドガスによる溶接アーク形態

Fig.2 Welding arc in various shielding gas compositions (170A-24V, pulsed current)

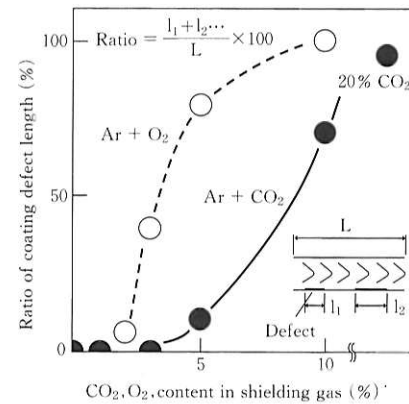
## 3. シールドガス組成の適正化による溶接部の電着塗装後耐食性向上

自動車では耐食性確保のために溶接後電着塗装される部材が多いが、アーク溶接部は電着塗装後においても優先的に腐食しやすい。特に、腐食環境に曝されやすく、また、重要保安部品である足廻り部材等で腐食が問題になる場合がある。その対策として、溶接部の耐食性を重視する場合は、アーク溶接の代替としてスポット溶接を採用したり、素材に亜鉛めっき鋼板を使用したりして耐食性を確保している。

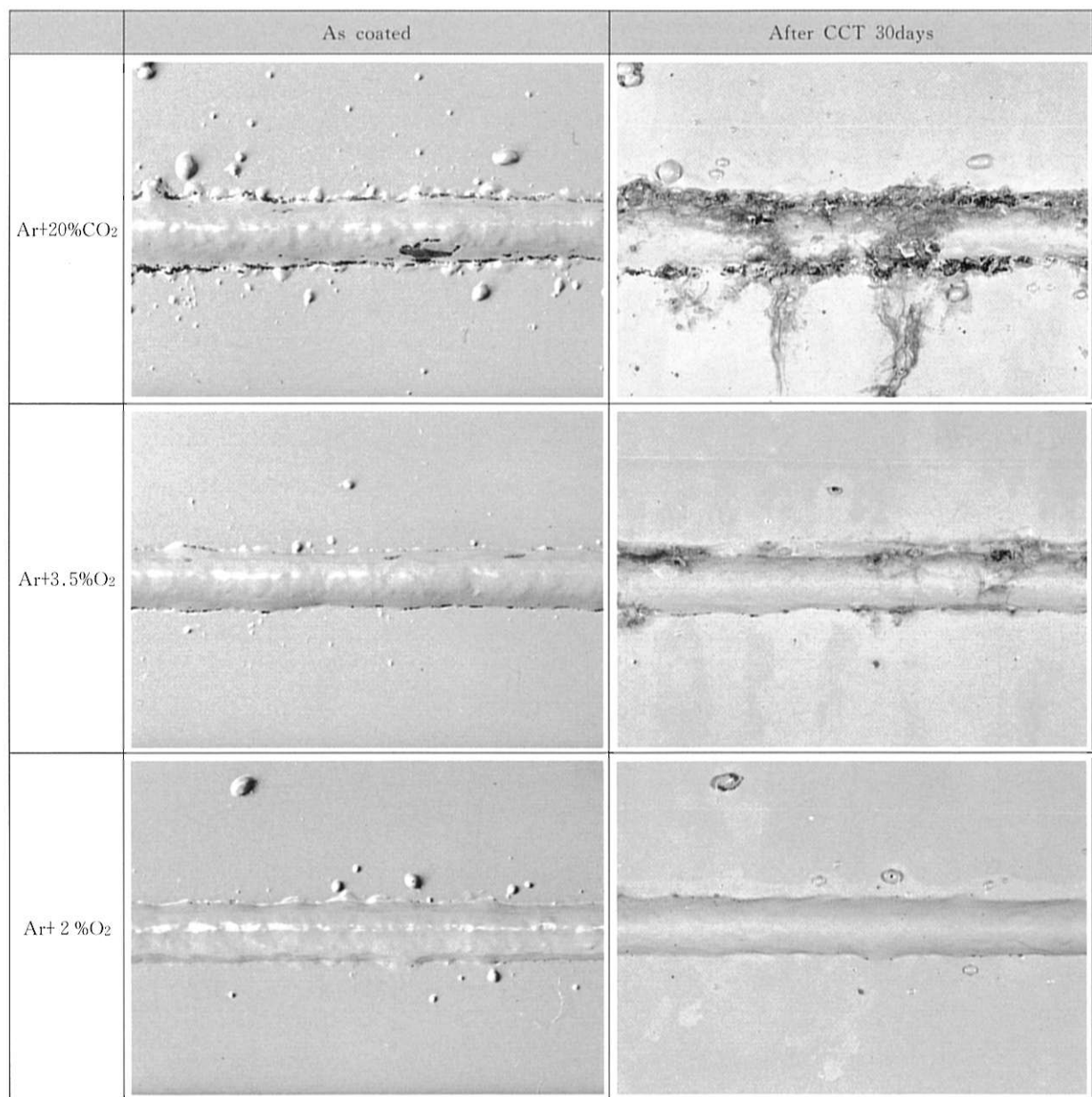
溶接部の腐食は主に溶接ビードに隣接する溶接熱影響部で生じる。原因は、ビード止端部に溶接スラグが存在し、電着塗装欠陥となり腐食の起点となることと、酸化や溶接ヒュームの付着によってビード周囲の塗膜の密着性が劣る

ことである。また、このうち、溶接スラグに起因した塗膜欠陥が腐食の主因であることが判明している<sup>2)</sup>。溶接スラグは溶接ワイヤや母材中に含まれる Si, Mn を主成分とした酸化物であり、その酸素の供給源はシールドガスであると考えられる。そこで、シールドガス組成から耐食性の改善を試みた。

第3図に示すように、電着塗装後の溶接部の塗膜欠陥量はシールドガス中の酸化性ガス濃度が低くなるほど減少する。これは、シールドガスの酸化力が低下してスラグが減少するためである。第4図には腐食試験前後の溶接部外観を、第5図に腐食試験後の腐食深さを示す。塗膜欠陥の減少によって、シールドガス中の酸化性ガス濃度が低下するほど赤錆の発生が少なくなり、腐食深さが小さくなる。ま



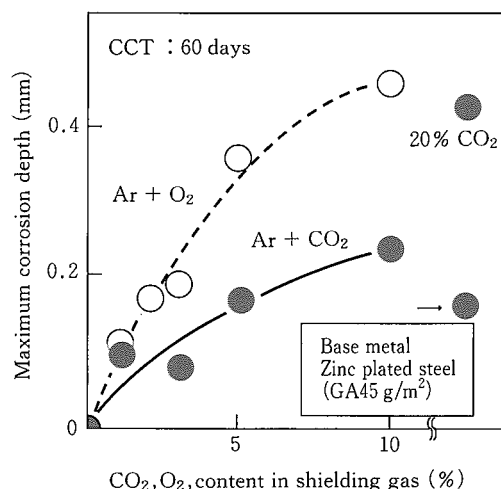
第3図 電着塗膜欠陥量とシールドガス組成の関係  
Fig.3 Effect of shielding gas compositions on ED coating defect length



第4図 腐食試験前後の溶接部外観  
Fig.4 Appearance of ED coated welds before and after corrosion test

1 cm

## 製品・技術紹介



第5図 最大腐食深さに及ぼすシールドガス組成の影響  
Fig.5 Effect of shielding gas compositions on maximum corrosion depth after cyclic corrosion test for 60 days

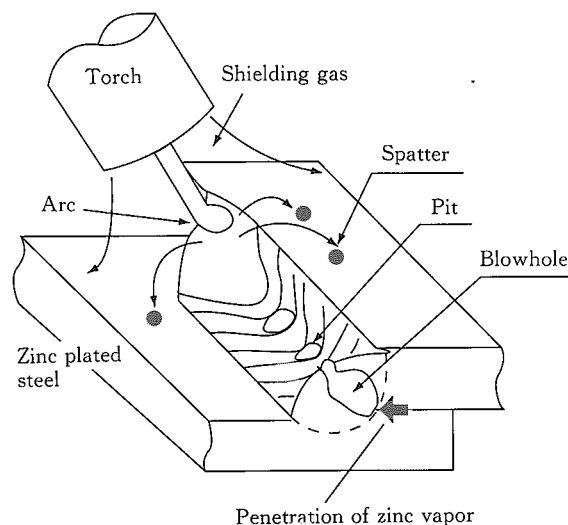
た、この腐食深さの結果は、シールドガスがアルゴンと炭酸ガスの混合ガスの場合は炭酸ガスを約5%以下、アルゴンと酸素の混合ガスの場合は酸素を約3%以下に抑えることによって、母材に合金化溶融亜鉛めっき鋼板を用いるのと同程度の耐食性が非めっき材で得られることを示している。このように、塗装後耐食性の向上にはシールドガス中の酸化性ガス濃度の低減が非常に効果的である。

#### 4. 亜鉛めっき鋼板のアーク溶接性改善

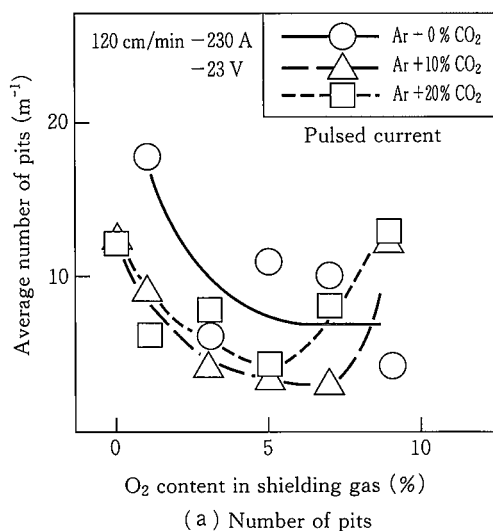
亜鉛めっき鋼板はその優れた耐食性から自動車車体に広く用いられている。しかし、亜鉛の蒸発温度が約900℃と低温であるため、溶接の熱影響により蒸発しやすく、第6図

に示すように重ね溶接部では亜鉛蒸気の溶融池への侵入によって、ピットやブローホールと呼ばれる気孔が発生しやすい。現在、気孔の発生に対しては溶接施工条件や溶接材料等多方面から対策が講じられているが、ここでは、シールドガスによる気孔低減法を紹介する。

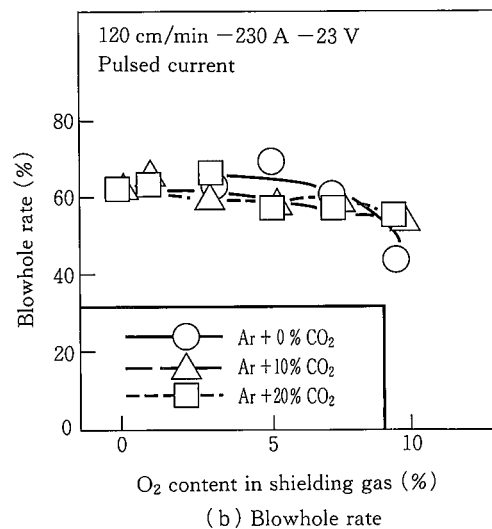
第7図にパルスマグ溶接におけるピット（ビード表面に開孔した気孔）およびブローホール（内部欠陥）に及ぼすシールドガス組成の影響を示す。アルゴンベースのシールドガスではシールドガスへの3～5%程度の酸素の添加がピットの低減に効果的であることがわかる。なお、ブローホール量はシールドガス組成によってあまり影響を受けない。以前、著者らは溶接施工条件の検討を通じて、溶接金属内にブローホールが存在しても溶融池が安定しているほどピットが発生し難いことを明らかにした<sup>3)</sup>。また、第2章



第6図 亜鉛めっき鋼板の溶接時の問題点  
Fig.6 Problems in the arc welding of zinc plated steel sheet



(a) Number of pits



(b) Blowhole rate

第7図 気孔発生量に及ぼすシールドガス組成の影響  
Fig.7 Effect of shielding gas compositions on porosity formation in the welds of zinc coated steel sheet

で酸素の添加はアークの集中性向上に有効であることを述べた。このことから考えて、シールドガス中への酸素の添加によるピットの減少の理由の一つは、酸素を添加することによってアークが集中し、その結果、溶融池の安定性が向上したためであると考えられる。

なお、亜鉛めっき鋼板の溶接においてはスパッタが多く発生しやすいという問題もあるため、前述したようにスパッタ量を低減するために炭酸ガス濃度を低く抑える必要がある。したがって、亜鉛めっき鋼板の溶接には3～5%程度の酸素を含有し、かつ炭酸ガス濃度を低く抑えた組成のシールドガスが最適である。

## 5. まとめ

以上述べた結果から、自動車の製造分野に適した新しいマグ溶接用シールドガス組成の考え方は次のように要約される。

- (1)耐スパッタ性、塗装後の耐食性の観点から、1%を下限として炭酸ガス、酸素などの酸化性ガスの添加量を抑える。
- (2)アークの安定性の確保、亜鉛めっき鋼板の溶接への適用性から、適正量の酸素を添加する。

これらを総合的に考えると、具体的には Ar+約3% O<sub>2</sub>

ガス、または、亜鉛めっき鋼板の溶接の場合など、必要に応じて Ar+約3% O<sub>2</sub>ガスに10%程度までの CO<sub>2</sub>を混合した組成が適当な組成範囲であるといえる。

なお、現在、溶接用シールドガス“ELNACKS”（エルナックス）を共同酸素㈱より販売している。エルナックスは空気より精製した約3%の酸素を含むアルゴンであり（第1表）、既に、自動車製造メーカーではもちろんのこと、他分野でも広く使用されつつある。

第1表 エルナックス特性  
Table 1 Characteristics of “ELNACKS”

Ar	: More than	96vol. %
O <sub>2</sub>	: Less than	4.0vol. %
N <sub>2</sub>	: Less than	0.1vol. %
Dew point	: Below	203K

今後も、溶接用シールドガスの開発を通じて、お客様での溶接に関する諸問題の解決に取り組んでいきたい。

問合せ先  
総合技術研究所  
薄板研究部 副主任研究員  
☎06-489-5731 内原

## 参考文献

- 1) 内原, 高橋, 迫田, 高: アーク溶接部の塗装後耐食性—第2報 耐食性に及ぼすシールドガス組成の影響—, 自動車技術会学術講演会前刷集962, (1996), p.169—172
- 2) 高橋, 内原, 迫田, 植木, 新里: アーク溶接部の塗装後耐

食性—第1報 溶接部の腐食挙動の解明—, 自動車技術会学術講演会前刷集954, (1995), p.5—8

- 3) 内原, 高, 宮崎: アーク溶接の自動化技術, 溶接学会溶接法委員会編, (1995), p.105—109