塗装後耐食性に優れたマグ溶接用 シールドガスの開発

内原 正人^{*1)} 高橋 通泰^{*2)} 迫田 章人^{*3)}
高 隆夫^{*4)} 中田 実雄^{**}

1. 緒 言

自動車のボデーやシャシー、また、鋼製の建材部品等は、直接屋外の環境にさらされるために、耐食性確保の目的で電着塗装が施される。これらの部材は溶接により製造されることが多く、溶接施工法としては炭酸ガス溶接やマグ溶接と呼ばれるガスシールドアーク溶接法が用いられることが多い。しかし、アーク溶接後電着塗装された部材でも、溶接部が優先的に腐食しやすく、外観品質の低下や部材の強度に関する信頼性の低下を招くという問題があった。このような背景のもと、著者らは従来より大幅に溶接部の耐食性を向上させることができる溶接用シールドガスを開発したので報告する。

2. 開 発 内 容

(1) 溶接部の腐食原因の調査

本開発を推進するにあたり、アーク溶接部の腐食挙動を調査した結果、以下に示すことが判明した。(図1⁽¹⁾)

- 腐食は、ビードに隣接する熱影響部で激しく生じる。
- 溶接スラグが絶縁体であるため、溶接部のスラグ付着部は電着塗装されず、腐食の起点となる。
- 溶接部や溶接熱影響部では、酸化や溶接ヒューム(蒸発金属の酸化物微粒子)の付着によって化成処理皮膜の形成が不十分となり、塗膜密着性が低く、腐食が進行しや

すい。

したがって、溶接部の塗装後耐食性を改善するには、スラグ量を低減させ、また、溶接部近傍の酸化や付着ヒューム量を抑えることが重要である。

(2) 開発目標と方針

上記の検討結果に基づき、溶接用シールドガスの開発により耐食性を改善することにした。本開発におけるシールドガス成分の開発目標と方針は以下の通りである。

(目標)亜鉛めっき鋼板を母材に用いると、亜鉛の犠牲防食作用により溶接部の塗装後の耐食性が優れていることが⁽¹⁾知られている。この耐食性と同等の耐食性を裸鋼板の溶接部にて得ることを目標にシールドガス組成の開発を行う。

(方針)

- シールドガス中の炭酸ガスや酸素のような酸化性ガス濃度を低減することによって、脱酸反応を抑えて溶接スラグ量を低減し、また、アークのクリーニング作用(後述)を利用して熱影響部表面のヒューム付着を防止する。
- シールドガス中の酸化性ガス濃度が低くなるとアークが

図1 アーク溶接部の腐食機構(ビード止端部断面)。

* 住友金属工業株式会社総合技術研究所薄板研究部：

1)副主任研究員 2)研究員 3)主任研究員

本社企画部 4)参事

** 共同酸素株式会社技術開発部課長

Improvement of the Corrosion Resistance of Gas Metal Arc Weld with E-coat by Newly Developed Shielding Gas; Masato Uchihara*, Michiyasu Takahashi*, Akito Sakoda*, Takao Taka*, Jitsuo Nakata**(*Sumitomo Metal Industries Ltd. **Kyodo Oxygen Co. Ltd.)

1997年1月29日受理

図2 溶接部外観 母材：熱延鋼板(2.6 mm) 溶接条件：100 cm/min-140 A，パルスマグ溶接。

図3 塗膜欠陥率とシールドガス組成の関係。

図4 溶接部の塗膜密着性(テープ剥離試験結果)。

不安定になり溶接施工性が低下する恐れがあるため、溶接施工性と耐食性が両立するシールドガス組成とする。

(3) 開発シールドガスの成分設計

図2に種々のシールドガス組成での溶接部外観を示す。従来法では溶接部近傍に酸化やヒューム付着が観察され、ビード止端部には塗膜欠陥(塗膜未着部)が生じる。しかし、酸化性ガス濃度を低下させた場合、塗装前のビードの周囲には金属光沢を呈する領域が観察され、塗膜欠陥も少ない。ただし、酸化性ガス濃度をさらに低下させるとビードが不均一になる。

塗膜未着部は、図3に示すように、従来組成のシールドガスではビード止端部の大部分に生成するが、ガス中の炭酸ガスや酸素濃度を低下させることにより大幅に減少する。これは、熔融金属中に吸収される酸素量が減少し、脱酸反応が抑えられ、スラグ量が減少するためである。

図4に粘着テープを用いた塗膜剥離試験結果を示す。シールドガス中の酸化性ガス濃度を低下させることにより溶接部近傍の塗膜密着性も改善される。理由は、酸化性ガス濃度が

低下すると、アーク固有の性質として、アークの母材側の発生点(陰極点)がビードの幅以上に拡大し、ビード近傍のヒュームが加熱により蒸発除去されたためと考えられる。なお、この作用はアークのクリーニング作用⁽²⁾と呼ばれ、アルミの溶接では知られた作用であるが、鋼の溶接で本作用が積極的に用いられたのは本開発が初めてである。図5に化成処理後の表面写真を示す。ビードに隣接した部分は、開発法ではヒュームは付着していないため、化成結晶が生成している。一方、同じ位置でも、従来組成のガスを用いた場合はヒュームが付着しているため化成結晶が生成しないことがわかる。

図6に腐食試験後外観の一例を、また、図7は腐食試験後の腐食深さを示す。シールドガス中の酸化性ガス濃度が低くなるほど腐食深さが小さくなる。図7には、亜鉛めっき鋼板を母材として従来法にて溶接した場合の腐食深さも併せて示す。この亜鉛めっき鋼板の溶接部の腐食深さより、裸鋼板の溶接部の腐食深さが小さくなるように、本開発ではシールドガス中の酸化性ガスの組成の上限を、酸化性ガスが炭酸ガスの場合は5%、酸化性ガスが酸素の場合は3%とした。

シールドガス組成と溶接施工性の指標であるビードの均一

図5 熱影響部の化成処理後の表面
(ビードから約2 mm の位置)。

図6 腐食試験後外観(複合腐食試験30日後)。
試験条件：5%塩水噴霧，乾燥，湿潤のサイクル
を1サイクル8hで繰り返す。

図7 最大腐食深さとシールドガス組成の関係(複合腐食試験90日後)。

性を調べた結果，図8に示すように，酸化性ガス濃度が1%未満の場合にビードが不均一になった。これは，溶接アークの広がりが大きく，また，アークが不安定に動き回るためと考えられる。このように，従来法と同等のビード均一性を得

図8 ビード均一性とシールドガス組成の関係。

るには，酸化性ガスは最低1%は必要であることがわかった。

以上のような実験結果に基づき，塗装後耐食性を向上させるためのマグ溶接用シールドガス組成を $\text{Ar} + (1-5\%)\text{CO}_2$ ，または， $\text{Ar} + (1-3\%)\text{O}_2$ と決定した⁽³⁾。

3. 結 言

シールドガスの開発により，従来に比べ格段とアーク溶接部の塗装後耐食性が向上した。本開発シールドガスにより，腐食深さを従来法の半分以下(亜鉛めっき鋼板並)に抑えることが可能である。

本開発のシールドガスは，従来法よりアルゴンを多量に含むので高価になるが，母材に安価で溶接が容易な裸鋼板を使用できること，また，部材の腐食に対する寿命が延びることなどを考慮すると，本開発法を適用する方が従来法より経済的となる。更に，本開発シールドガスは炭酸ガス濃度が従来より低いので，地球環境にもやさしい組成といえる。

本開発シールドガスは自動車メーカーに採用され，現在，量産車種のシャシーや足廻り部品等の溶接に使用されており，今後も多くの分野で使用量の拡大が期待される。なお，この開発に関しては，特開平8-33982および2件の関連特許(特開平8-33997，特開平8-103884)を出願している。

文 献

- (1) 高橋通泰，内原正人，迫田章人，植木光彦，新里文明：自動車技術会学術講演会前刷集954，(1995)，5。
- (2) 松田福久，牛尾誠夫，才川至孝，丸山 裕，荒谷 雄：溶接学会誌，52(1983)，306。
- (3) 内原正人，高橋通泰，迫田章人，高 隆夫：自動車技術会学術講演会前刷集962，(1996)，169。