

= 溶接用スラグの剥離性改善に関する考え方と実際 (1) =

ところで、時は 1970 年代末ごろ、筆者が大同特殊鋼(株)に勤務し、溶接材料の技術サービス部門に携わっていた時、普通鋼板で構成される或る自動車部品の溶接において「スラグ付着が塗装性能を害する」ことで大きな品質問題となった。

当時、塗装方法は電着塗装技術が適用され、なかでもカチオン塗装法が確立されてきていた（電着塗装の歴史と原理 日本ペイント(株)村上良一氏 表面技術 2002-4 など参照）。

カチオン塗装は従来塗装法に比べ省人化、塗料使用量の低減、排水量低減などによる環境に優しい、防錆性向上など多くの特長を備えている。

反面、短所のひとつに「導電性のある被塗物にしか適用できない」点があり、溶接スラグは常温では非導電性物質のため塗装がのらず、サビ発生が課題となっていた。

このような背景から「スラグ対策」が強く提起され、溶接ワイヤの面から開発・検討に取り組んだ。

何度も触れているように $\text{FeO-SiO}_2\text{-MnO}$ で構成される酸化物の集合体であるスラグは、健全な溶接金属を得るためには必然的に生成されるものであり、スラグの生成をゼロ化することは出来ない。

できれば生成スラグの特性、形態を変化させ、剥離性の良好なスラグを得るため溶接ワイヤ組成に工夫できないものか、との考えで開発をスタートさせた。

通常、スラグは表面張力が大きいため熔融金属表面で凝集し、溶接ビード上に部分的に固着する。このように固着したスラグは剥離することが非常に困難になる。

そこで、以下の考えでスラグ剥離良好な溶接ワイヤ（仮称 X）の開発につなげた。

スラグ剥離性良好な溶接ワイヤ開発への考え方

1) スラグ厚の薄肉化

スラグの代表的な特性のひとつである塩基度と表面張力との関係に着目し、塩基度を下げ（酸性スラグ）スラグの表面張力を小さくし、溶接ビード表面全面に薄く拡大させる。

2) 亀裂発生容易なスラグ

更に、塩基度が下がるとスラグの融点が上昇、溶接金属との凝固温度差による収縮時間差からスラグ全体に微小な「クラック（亀裂）」が入り、溶接ビード表面からの剥離を容易化する。

スラグの塩基度は、 SiO_2 、 TiO_2 などが酸性側、 MnO 、 FeO などが塩基性側に作用する。

そこで、“Si”、“Mn”含有量の異なるワイヤを試作し、スラグの特性を調査した。

調査には図 152-01 の試験材、また表 152-01 の溶接条件を用いた。

さらに、スラグ剥離性の評価は、溶接ビードの冷却後ワイヤブラシによりスラグを剥離し、剥離度合いを表 152-02 のようにランク分けし評価した。

スラグ剥離性評価の試験結果；

試験結果を(1)~(3)および図 150-02 に示す。

(1) S i /M n 比とスラグ生成量

スラグの生成量は、S i /M n 比が変化しても大きな変化はない。
但し、スラグは市販ワイヤ（Y G W 1 2）が全く剥離しないのに対し、S i /M n 比が3. 5 以上ではほぼ1 0 0 %剥離する。

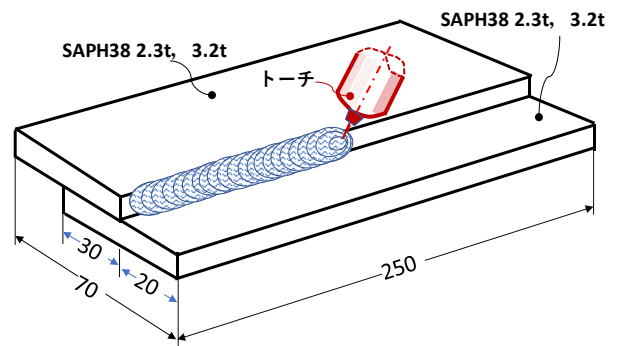


図152-01 溶接試験材と溶接方法

(2) S i /M n 比とスラグ厚さおよび面積率

溶接ビードを覆った状態のスラグの厚さ、及びビード表面を覆っている面積を調査した。
その結果、図 150-02 に示す通り S i /M n 比が大きくなるに従って、厚さは薄く覆う面積が大きくなることがわかる。
その傾向は、S i 量が多いものほど顕著である。
これは、S i 量が増加するに従って、スラグの表面張力が下がっていることを示している。またスラグ剥離性評価も同様の傾向を示していることが分かる。

表152-01 溶接条件

溶接電流 (A)	アーク電圧 (V)	溶接速度 (cm/min)	ガス流量 (l/min)	ワイヤ径& 突出し長さ	溶接機の種類
2 0 0	2 4	8 0	CO2 2 0	φ1.2 1 5	インバータ機 350A形

(3) S i /M n 比とスラグ塩基度

溶接により生成されたスラグ組成より、スラグの塩基度を算出した。
これより市販ワイヤ（Y G W 1 2）は塩基度“0. 5”で塩基性スラグ、S i /M n 比が1. 5 以上で塩基度は“－1. 0”以下となり、酸性スラグになっていることが分かる。
また、塩基度が下がるにしたがって、スラグ剥離性も良好になっていることが分かる。

表150-02 スラグ剥離性の評価

ランク	剥離状態	グラフ内の記号
1 級	1 0 0 %剥離	○
2 級	8 0 %以上剥離	◐
3 級	5 0 %以上剥離	◑
4 級	8 0 %以上残存	◒
5 級	1 0 0 %残存	●

(4) 試験結果のまとめ

以上のように、S i /M n 比が3. 5 以上でスラグ剥離が良好なことを示した。
そこで、適正なS i , M n の含有量とその比をバランスさせるとともに、スラグ剥離性に更なる改善が期待できる特殊元素を添加し、スラグ剥離性改善溶接ワイヤ（仮称X）の製造を行い、各種性能を確認した。

次話では、スラグ剥離性良好な溶接ワイヤ（仮称X）の各種性能例と適用上のポイントについて説明をします。

本文以上。

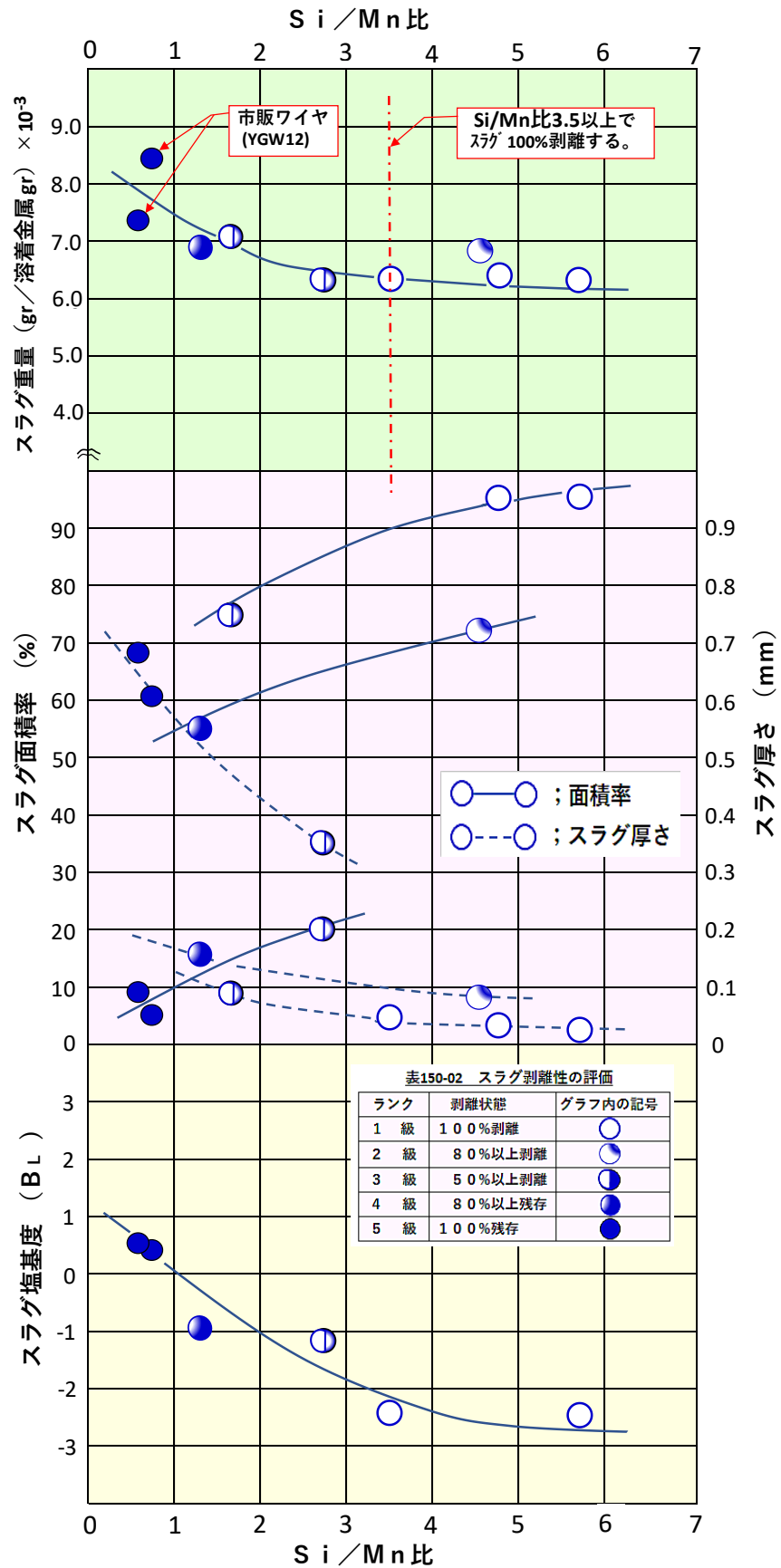


図152-02 Si/Mn比とスラグの諸特性