

=溶接用スラグに対する基本的な考え方（その1）=

本話から数話にわたって CO₂/マグ溶接のビード表面に付着するスラグについて説明します。スラグは溶接品質面からみると耐塗装性に悪影響を及ぼすなど好ましくないものです。できれば発生してほしくありません。しかし、溶接歪・変形の発生と同様に、スラグの発生・付着は避けて通れないものです。そこで、スラグに対してその発生メカニズムと考え方について説明し、筆者が大同特殊鋼勤務の時代に開発にも携わった「スラグ剥離性改善ワイヤ」についても触れることにします。

はじめに、スラグについては CO₂-O₂ 溶接法の創始者である関口春次郎先生の著作から引用し、スラグ組成への考え方と溶接ワイヤとの関係を以下に説明します。

CO₂/マグ溶接では酸化性雰囲気となるため、各組成の酸化物について考慮することが求められる。主な酸化物は FeO、SiO₂、MnO であり、他には TiO₂、Al₂O₃ などあるが、基本的には鋼の五元素から考察し、FeO、SiO₂、MnO が基本の酸化物になります。

これらの酸化物が凝固直上 1510°Cの溶融鋼から脱酸生成物としてどのような形態で分離し、浮上するか、ケイ素 (Si) とマンガン(Mn)の関係で検討された基本資料が図 144-01 です。

ここでは、脱酸生成物の形態を三つに分け、**界域Ⅰ～Ⅲ**に夫々区分されている。

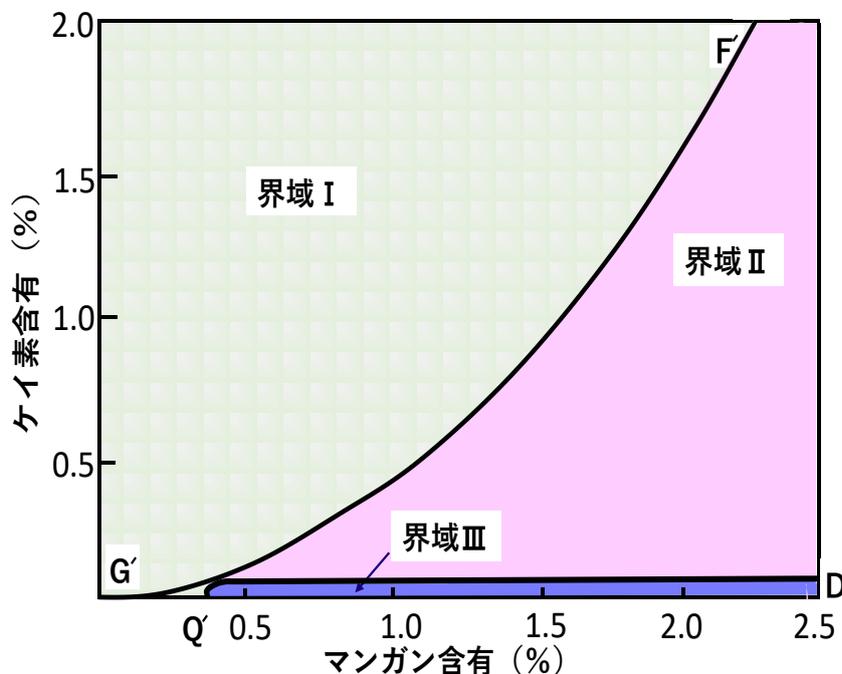


図144-01 溶融鉄の組成とそれより分離する脱酸生成物の形態との関係 (鉄の凝固点直上における平衡状態図)

備考；1510°Cの溶融鋼からの脱酸生成物は、界域Ⅰでは固体のSiO₂
 界域Ⅱでは、SiO₂に不飽和のFeO-MnO-SiO₂融液
 界域Ⅲでは、FeO-MnO固溶体

関口春次郎著（応用金属学体系13溶接）昭和37年9月誠文堂新光社編より抜粋

1) 界域Ⅱ・・・曲線 G'F' と曲線 Q'D' との間の範囲・・・FeO- SiO₂- MnO 溶液が生ずる範囲

CO₂/マグ溶接では、清浄な溶着鋼を得るために脱酸生成物の性状には「液体」が求められる。

それは何故か。

脱酸生成物粒子が液体であれば、表面張力により球状を呈し、しかも小粒子は互いに凝集して大粒となる傾向がある。すなわち、半径または体積が大となりかつ、比重の差によって軽いため各粒子はすみやかに溶融鋼の表面にスラグとなって浮き上がり溶着鋼の清浄化を果たす。この条件が界域Ⅱ。

界域Ⅱでは脱酸生成物である FeO- SiO₂- MnO が融液になるので、溶接ワイヤの Si、Mn 値は界域Ⅱ内にあることが望まれる。

2) 界域Ⅰ・・・縦軸と曲線 G'F' との間の範囲・・・脱酸生成物として固体の SiO₂ が生ずる

3) 界域Ⅲ・・・曲線 Q'D' と横軸との範囲・・・脱酸生成物として FeO- MnO 固溶体が生ずる

界域Ⅱの液体脱酸生成物と異なり、界域Ⅰ、Ⅲの脱酸生成物は固体すなわち結晶となり、細かくしかも凝集能力が少ないから、金属相より分離するも溶融金属中を浮揚し難く、樹枝状晶の間にはさまれて残留しやすいため清浄な溶着鋼が得られにくい。

溶融鋼中をスラグとなって浮上しなくて、溶融鋼中にかような酸化物として留まるので、清浄でない鋼となり満足な機械的性質も得られないと解説が加えられている。

以上の考察も含め

溶接用鋼線についての関口提案がなされ、

図 144-02 に示す 2 点に要約されている。

なお、2 点目の背景は Mn および Si 含量を適当に高くすることにより、溶接金属中の酸素 (O) 量を抑制することにある。

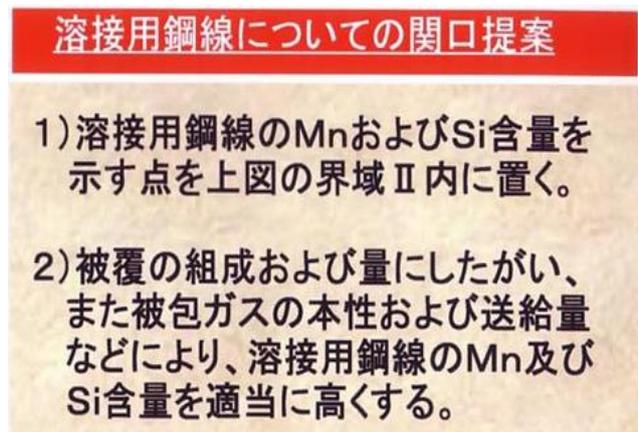


図144-02 溶接用ワイヤについての関口提案

以上、溶接用スラグについてはCO₂/マグ溶接法の原理に基づくものであることが理解できます。適正な液体状のスラグを溶融鋼中に生成させ、ビード表面に浮上、付着させることは清浄な溶接金属を得るための手段であり、脱酸生成物であるスラグ (FeO- SiO₂- MnO) は必然的なものとなります。

しかるに、ビード表面の付着スラグは常温では不良導体でありカチオン塗装性を害する。また、付着スラグはビード外観性を悪くし、剥離すれば周辺を汚染するなど負の側面も多い。

そこで、今後数話にわたってスラグ生成の主な要因を見る中で対応が困難なスラグに向き合っていきたいと考えます。

以上。