

=溶接用スラグに対する基本的な考え方 (その3) =

◆◆◆◆ スラグ生成に及ぼす主な要因について ◆◆◆◆

本話では溶接スラグ (FeO-SiO₂-MnO) の生成する主な要因について概要を述べる。

図146-01をご覧ください。

ここではワイヤ、母材およびシールドガスの三つを主な要因として挙げています。スラグの組成からみても元素としてはFe、Si、MnおよびOの4元素です。なおスラグ組成の中でTiO₂、Al₂O₃などの酸化物も当然含まれてくる場合もありますが、ここでは省略をします。

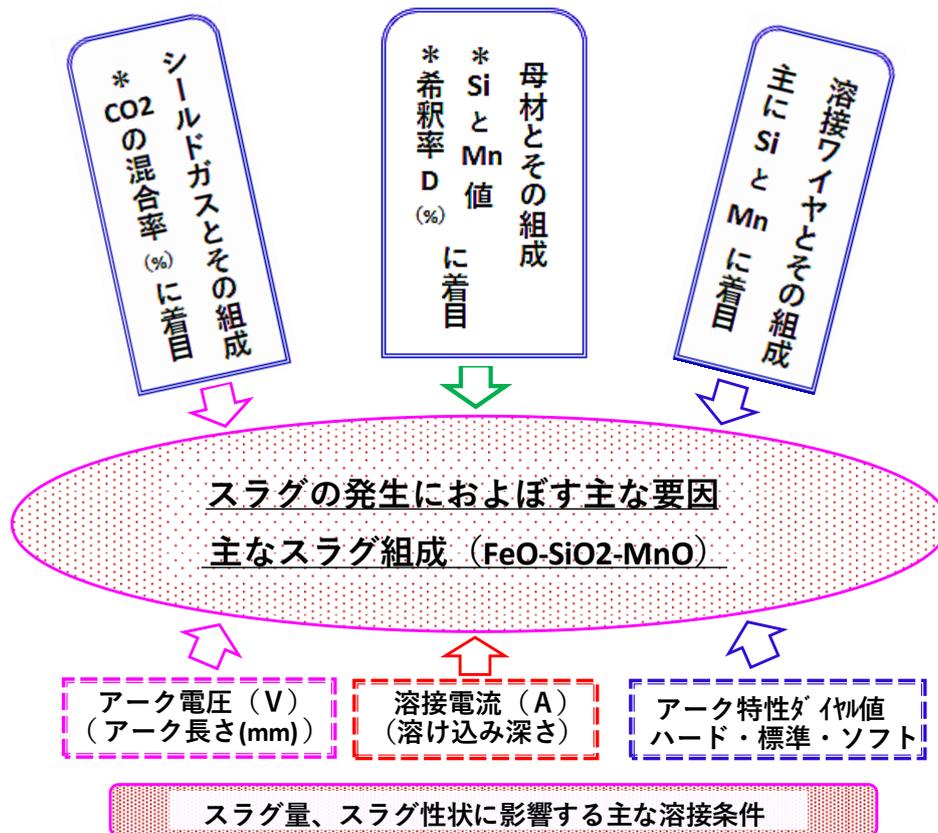


図146-01 溶接用スラグの発生におよぼす主な要因

1) 溶接ワイヤとその組成・・・主にSiとMnに着目

すでにスラグへのワイヤ組成の影響については第144話、145話のなかで詳しく説明しました。

ワイヤ中のSiとMnは脱酸能力に優れ、かつ協調脱酸効果を大きくするため、高めに含有させてあります。脱酸能力に優れると言うことは、酸素との親和力が高い or 酸化減耗しやすいと言えるのでCO₂リッチなガスほど溶着金属に同一程度Si、Mn成分を歩留まらせるためにはワイヤ段階で高めに含有させてあるのです。

表 146-01 のソリッドワイヤ規格のなかで、CO₂、高電流用ワイヤの YGW11 では S i、M n 値が高く、Ar+20%CO₂ 混合ガス用高電流ワイヤ YGW15 のそれらは相対的に低く規格化されています。元素移行率がマグ溶接では相対的に高くなるためです。

一方、CO₂ 溶接用のなかで高電流用の YGW11 と短絡移行用の YGW12 を比べると S i、M n 値は YGW11 の方が M n 値で高くしてあります。S i 値規格は同じですがそのわけは、YGW11 は別個に強力な脱酸元素である Ti を含有させており、TiO₂ による更なる脱酸、アーク安定化、溶滴移行性改善などの諸効果を引き出させるため、敢えて S i 値は同一レベルにしてあると考えています。

表146-01 軟鋼および高張力鋼ソリッドワイヤの規格抜粋 (JIS Z 3312-1999)

但し、下表は化学成分の項のみ抜粋

種類	シールドガス	適用鋼種	化学成分 (%)										
			C	S i	M n	P	S	Cu ⁽¹⁾	N i	C r	M o	A l	T i-Z r
YGW 11	炭酸ガス (CO ₂)	軟鋼および引張強さ 490N/mm ² 級高張力鋼	0.15以下	0.55~1.10	1.40~1.90	0.030以下	0.030以下	0.50以下	-	-	-	0.10以下	0.30以下
YGW 12			0.15以下	0.55~1.10	1.25~1.90	0.030以下	0.030以下	0.50以下	-	-	-	-	-
YGW 13			0.15以下	0.55~1.10	1.35~1.90	0.030以下	0.030以下	0.50以下	-	-	-	0.10~0.50	0.30以下
YGW 14			0.15以下	-	-	0.030以下	0.030以下	0.50以下	-	-	-	-	-
YGW 15	80%アルゴン-20%炭酸ガスの混合ガス (80Ar-20CO ₂)		0.15以下	0.40~1.00	1.00~1.60	0.030以下	0.030以下	0.50以下	-	-	-	0.10以下	0.30以下
YGW 16			0.15以下	0.40~1.00	0.85~1.60	0.030以下	0.030以下	0.50以下	-	-	-	-	-
YGW 17			0.15以下	-	-	0.030以下	0.030以下	0.50以下	-	-	-	-	-

注 (1) 銅めっきが施されている場合は、めっきの銅を含む。

2) 母材とその組成

・ S i と M n 値 & 希釈率 (%) に着目

スラグの生成は溶接金属でその影響を見る必要があります。溶接金属の段階で評価しても意味がありません。

スラグの生成は、必然的にワイヤ組成は勿論のこと母材組成の影響を受けることになります。

母材の影響度は図 146-02 に示す希釈率 D (%) で表され、D が大きくなると母材の影響が増加することを示しています。

例えば、母材 SPCC の場合は S i、M n 値も低く希釈率 D (%) が大きくなってスラグ組成および発生量には著しい変化はみられません。

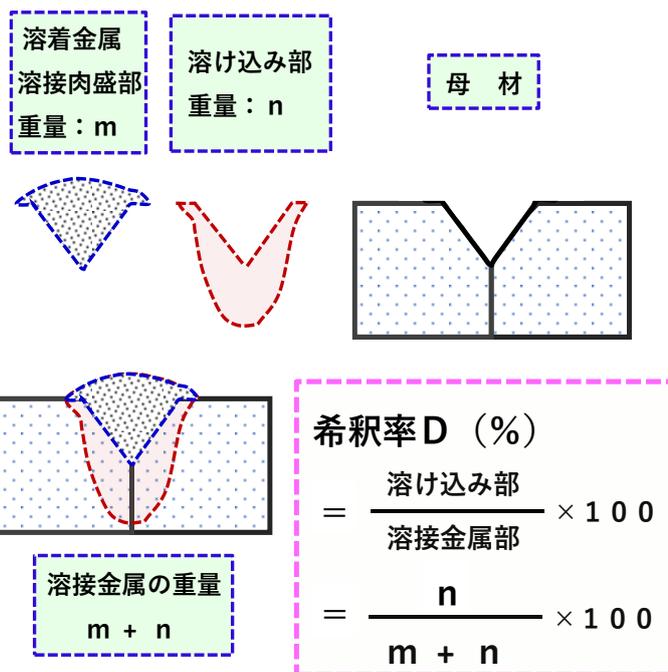


図146-02 希釈率とは (図145-01と関連付けています。)

しかし、Si、Mn 値の高い SM 材、Si-Mn 強化型高張力鋼板などが母材対象になると希釈率 D (%) のスラグ生成への影響は大きくなり、溶接ワイヤ側でスラグ低減に取り組んでも効果が認められにくくなります。

また母材では、母材表面性状のスラグ生成に及ぼす影響は無視することはできない。黒皮材であったり、亜鉛メッキなどの表面処理鋼板のスラグ生成への影響が考えられる。

黒皮材の場合は、Fe の種々の表面酸化物層にアークが集中するため溶け込み形状も変化し、かつスラグ組成中に FeO などが増加しスラグ組成の変化とスラグ量を増加させる。

一方、**亜鉛メッキ鋼板の場合**は通常の FeO-SiO₂-MnO スラグに ZnO が一部混合すると予測されるが実際のアークでは表層にある Zn の蒸発と ZnO によるメタルロスで消費されるとともに、FeO-SiO₂-MnO スラグと同様な融液を形成しないためスラグ性状への影響と増加はさして大きくない。

後話で亜鉛メッキ鋼板溶接時の「スラグ観察」を掲載します。参考にして下さい。

3) シールドガスとその組成・・・主に CO₂ 混合率 (%) に着目

本件についてはすでに説明したとおり、例えば図 145-02 にみるように CO₂ 混合率 (%) が増加すると Si、Mn 値が大きく、あるいは著しく減少します。いわゆる元素移行率が低くなり、スラグが増加することになります。

一例ですが、厚肉部品の開先を伴う多層・多パス溶接をされているお客様で伺った話ですが、CO₂ 溶接で 3 層溶接目位からスラグ層の厚みが増し、5 層目に至るとアークがスラグ浴の影響で不安定で連続溶接が困難になるとのことでした。

通常の自動車対象部品の溶接ではこのような例は殆どないと思われるが、CO₂ 溶接、CO₂ + O₂ 溶接ではスラグ発生量も多く、前層ビードに付着したスラグの影響でアークが乱されたり、スタート不良を伴う場合も見受けられ、**ビード外観観察のひとつにスラグ付着状況を加えることが望ましい。**

一方、Ar+20%CO₂ 溶接、Ar+CO₂ 系 or Ar+O₂ 系のミグ溶接でもスラグ課題は解消しない。図 145-02 の元素移行率にみるようにかなり多くの SiO₂、MnO が生成されスラグ化することがわかる。

一例ですが、かつて二輪フレーム部品の溶接でスラグ対策に取り組んだ経験があり、Ar+O₂ 系のミグ溶接でガス中の酸素成分を極端に抑制した条件にしてもなるほど付着スラグは少なくなるものの、ビード終端部に比較的大きな球状形を呈し凝集し解決に至らなかった。

以上から、スラグ課題にはガスの酸素成分の影響は大きいものがあり、酸素成分が少ない方がスラグ抑制には有利になりますが、根本的解消には至りません。

そのわけはガスシールドアーク溶接には Si、Mn による脱酸反応を伴わせる必要性が理論的、根本的に存在するということだろうと考えます。

次話では、図 146-01 に関し一部残った事項を含め「スラグ生成に及ぼす諸要因」について引き続き説明を続けます。

以上。