

= シールドガスの溶着金属化学組成への影響 =

前話では、クロム系ステンレス鋼の専用溶接ワイヤ (Wire NO.1) と汎用ワイヤ (Wire NO.4) について以下に示す特性について比較しそれらの概要を説明しました。

すなわち、① ワイヤ組成 ② 延性の向上 ③ 溶着金属の機械的性質 ④ 高温耐酸化性の4項目です。比較の前提としてシールドガスは、通常適用されるミグガスの代表的組成であるAr+5%O₂に限定してきました。しかし、当時の多くの排気処理系部品メーカーでは、シールドガスにAr+CO₂系の適用も多く見られました。シールドガスにAr+O₂系を適用する場合は溶着金属のC値がアップすることはありませんが、Ar+20%CO₂系ガスの場合にはCO₂のアーク熱による分解で溶着金属中のC量アップが懸念されます。折角、極低炭素溶製法による低Cのクロム系母材、クロム系溶接ワイヤを適用してもシールドガスにAr+CO₂の混合ガスを併用することで溶着金属のC値がアップすることは極力避けたいところです。

フェライト系ステンレス鋼用
表185-01 シールドガスの影響によるミグ全溶着金属の組成分析 (例)
溶接条件：200A-20V-50cm/min

組成 ワイヤ/混合比	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Nb	N	(C+N)
Wire NO.4 ワイヤ	0.039	0.37	0.40	0.020	0.006	0.18	16.72	0.02	0.016	0.055
Wire NO.4 Ar+5%O ₂	0.020	0.24	0.32	0.023	0.005	0.14	16.51	0.02	0.017	0.037
Wire NO.4 Ar+10%CO ₂	0.062	0.23	0.32	0.023	0.005	0.14	16.50	0.02	0.018	0.080
Wire NO.4 Ar+15%CO ₂	0.062	0.22	0.31	0.022	0.004	0.15	16.46	0.02	0.018	0.080
Wire NO.4 Ar+20%CO ₂	0.070	0.21	0.31	0.023	0.005	0.14	16.45	0.02	0.018	0.088
Wire NO.1 ワイヤ	0.010	0.51	0.46	0.023	0.001	0.19	19.66	0.53	0.012	0.022
Wire NO.1 Ar+5%O ₂	0.010	0.33	0.41	0.024	0.002	0.19	19.55	0.48	0.017	0.027
Wire NO.1 Ar+10%CO ₂	0.050	0.35	0.41	0.024	0.002	0.18	19.53	0.48	0.017	0.067
Wire NO.1 Ar+15%CO ₂	0.051	0.33	0.40	0.022	0.002	0.18	19.45	0.48	0.018	0.069
Wire NO.1 Ar+20%CO ₂	0.055	0.34	0.39	0.023	0.002	0.18	19.47	0.46	0.018	0.073

このような背景を考慮して、本話では、溶接条件が200A-20V-50cm/minと一条件ではありますが、C値をはじめ脱酸性元素であるSi, Mnおよびメイン元素としてのCr, さらには微量効果期待であるNbなどの諸元素の全溶着金属における分析を、シールドガスの種類と混合比を変化させ実施した。

結果を表 185-01 に示し、それらのなかから注目の C、(C+N) について、シールドガスと各分析値の関係をグラフ化して図 185-01 に示します。

以下に各元素のシールドガスによる影響の度合いについて概要を記します。

① 炭素 C

図 185-01 にみるように Ar+5%O₂、ワイヤ NO.1 条件では、供試ワイヤと C 値は 0.010% で変化がない。一方、Ar+5%O₂、ワイヤ NO.4 条件では C 値は 0.039% から 0.020% に低下している。Ar+CO₂ 系では両ワイヤとも溶着金属の C 値は、Ar+5%O₂ に比べほぼ 0.040% 上昇し、かつ Ar+20%CO₂ では 0.045 or 0.050% と上昇幅が大きい。

② 窒素 N

N におけるワイヤと溶着金属の差は NO.1 ワイヤで最大 0.006%、NO.4 ワイヤで 0.002% と上昇幅はほぼ問題にならない程度に低い。なお、これらの上昇要因は微量な空気の混入によるものと推定される。よって、(C+N) 値については C 値の増減がより大きく影響を及ぼすと考えられる。

③ 珪素 Si

Si の脱酸による元素移行率は Ar+5%O₂ ガス、NO.4 ワイヤの場合 0.37 → 0.24% とほぼ 65% となりメタルロス 35% となる。同様に NO.1 ワイヤの場合も 0.51 → 0.33% とほぼ 65% の移行率を示し、メタルロスは 35%。

Ar+CO₂ 系では、NO.4 ワイヤでややメタルロスが増加しているが、NO.1 ワイヤでは Ar+5%O₂ に比べメタルロスの変化はない。

以上から、Si の場合はメタルロスが 35% 程度とすることができる。

④ マンガン Mn

Mn の脱酸による元素移行率は Ar+5%O₂ ガス、NO.4 ワイヤの場合 0.40 → 0.32% と 80% となり、同様に NO.1 ワイヤの場合も 0.46 → 0.41% とほぼ 89% の移行率を示す。

Ar+CO₂ 系では、NO.4 ワイヤ、NO.1 ワイヤとも Ar+5%O₂ に比べほぼ変化は少ない。

⑤ クロム Cr

Cr のガス組成によるメタルロスはできれば避けたいものです。

No.4 ワイヤ、Ar+5%O₂ では 16.72 → 16.51% と元素移行率が 98.7% であり、Ar+CO₂ 系では 20%CO₂ で 16.45% とやや低くなり移行率が 98.4% となる。

NO.1 ワイヤ、Ar+5%O₂ では 19.66 → 19.55% と元素移行率は 99.4% であり、Ar+CO₂ 系では 15%CO₂ で 19.45% とやや低くなり移行率が 98.9% となる。

⑥ リン P および硫黄 S

不純物元素としての P、S は溶接ワイヤの段階で低く抑えられている。また、各シールドガスによる溶着金属の P、S 値もワイヤとの変化量は少なくいずれも低い。

とくに低融点化合物を形成しやすく、割れに影響を及ぼす S の値には常に着目しておく必要があります。

⑦ニオブ Nb

炭化物，窒化物安定化元素，高温強度維持などの目的で微量添加される。NO.4 ワイヤにはNbは添加されていないが，NO.1 ワイヤは高温部排気系用途のため添加されている。ここでは0.53%含まれ，Ar+5%O₂時の移行率は0.48%，Ar+CO₂系でもほぼ変わらず0.48~0.46%を示す。

本話では敢えて，クロム系ステンレス鋼溶着金属組成の各元素の変化に着目してみました。

C，Nではワイヤ時に比べ概ね溶着金属ではアップし，Si，Mn，Crなどはガス中の酸素成分と結びつきスラグないしはヒュームとなって酸化減耗（メタルロス）することが分かりました。

クロム系ステンレス鋼の溶接では，[第183話](#)でも触れましたが，フェライト単相でありC，Nの固溶度が小さいため，完全に固溶させるには高温での加熱が必要となるが，高温に加熱すると結晶粒が粗大化し，ぜい化する。また体心立方からなるため，C，Nの拡散速度が速く，凝固途中で炭窒化物として析出しやすい。溶接では，適用シールドガスにAr+O₂系ガスを使用せず，Ar+CO₂系ガスを適用するとCの上昇に遭遇し，高温割れなどを招く恐れが生じます。極力，Ar+O₂系ガスの適用を心掛けて下さい。

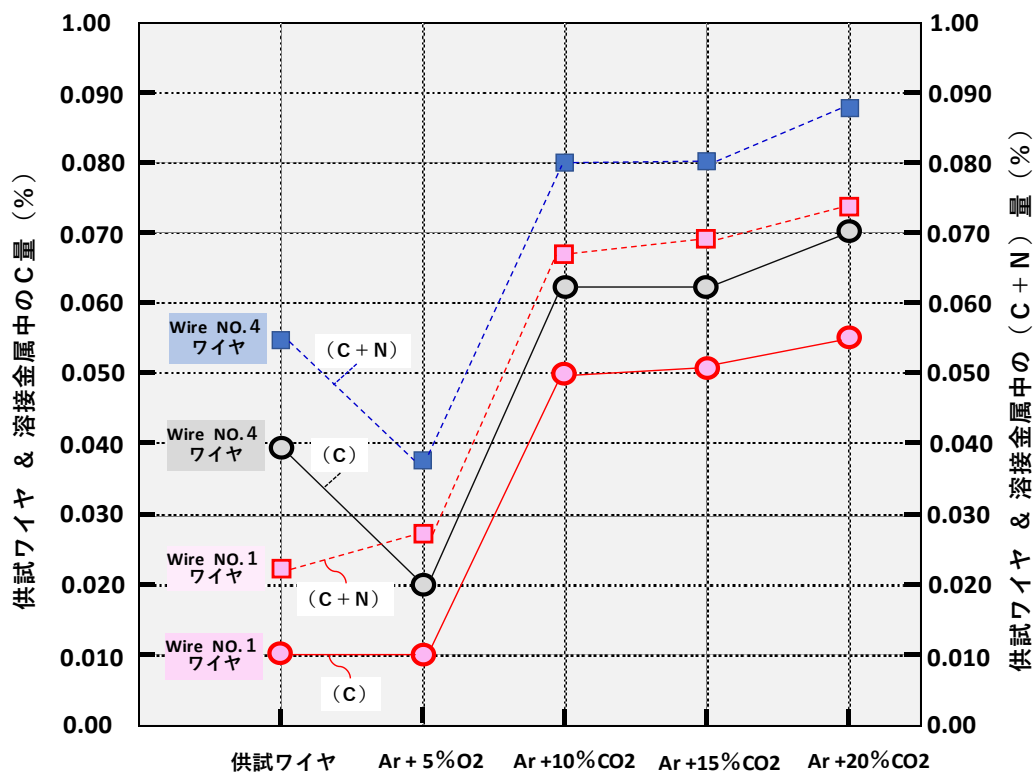


図185-01 シールドガスの影響による全溶着金属のC，(C+N)組成分析(例)
溶接条件：200A-20V-50cm/min

次話では引き続き，フェライト系ステンレス鋼の溶接（7）として，当時多く用いられていた代表的な430系溶接ワイヤ（WireNO.5およびNO.6）と専用溶接ワイヤ（Wire NO.1）の耐食性に関し比較した。それらの概要を説明します。

以上。