

＝ 5 % N₂ 混合ガス適用のフェライト系 SUS 溶接部マイクロ組織および硬さとその影響・事例紹介＝

フェライト系ステンレス鋼の溶接では、Cは言うに及ばずNの悪影響についてしばしば強調される。何度も触れていますが、フェライト系ステンレス鋼溶接用ワイヤの開発に携わった当初より母材組成はもとより溶接ワイヤ組成においても(C+N)の値が低く維持されているかについて、着目するよう強く促された。しかし、筆者の経験からすると、限られた溶接条件範囲によるものと推定はしますが、N or N₂ ガスによる溶接部の品質不適合事例にはあまり遭遇していない。

ここで当初、Nの影響有無を調査するため、故意にシールドガス中に5%のN₂ガスを混合し、その影響をみた経緯があります。本話では、これらの事例について紹介します。

1. 5 % N₂ ガス混合による検討

1) 検討条件

- * 母材条件 ; SUS 430 t 1.5 同士の突合せ溶接 突合せギャップ 0.3 mm
- * 溶接ワイヤ : クロム系 SUS 専用ワイヤ NO.1-K 1.2 Φ
- * 適用溶接法 : パルス溶接法
- * 適用シールドガス : Ar+5%O₂+5%N₂ および Ar+20%CO₂+5%N₂ の 2 条件

2) 溶接部の調査項目

- * ビード外観観察とビード表面のカラーチェックによる探傷
- * 各溶接部の硬さ測定
- * 溶接部のマイクロ組織観察 (Ar+5%O₂+5%N₂ 条件による)

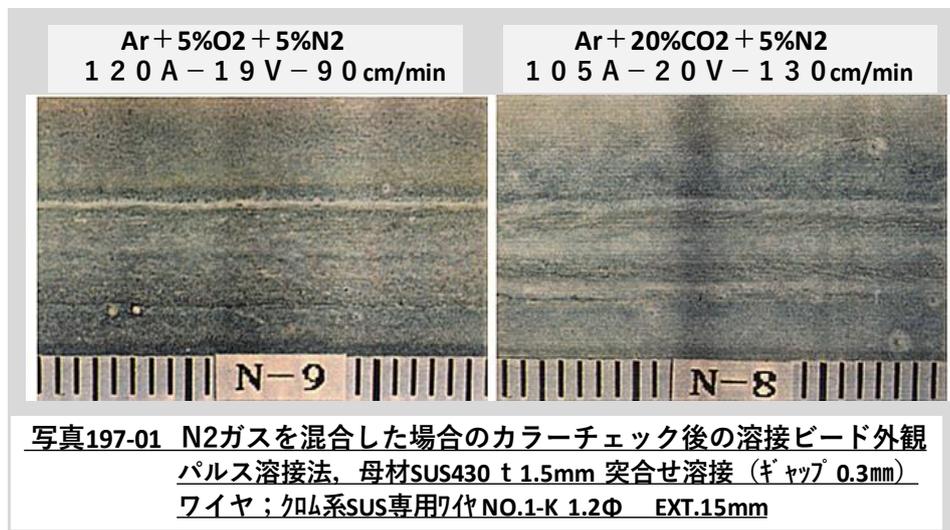
2. 調査結果とコメント

1) ビード外観観察とビード表面のカラーチェックによる探傷

ここでは、各溶接ビード表面のカラーチェック後の外観を、[写真 197-01](#) に示す。

なお、ガス条件によって溶接条件を変更したのは適正なビード外観および溶け込みを得るためであり 20%CO₂ 条件は 5 % O₂ 時に比べアーク集中度が高く深溶け込みするため入熱条件をダウンした。

ビード表面の探傷結果からは有害な表面割れなどの不良は認められず、**両条件とも良好**である。



2) ミクロ組織とその観察

<ミクロ組織観察とコメント>

- ① 溶接金属部における結晶粒の粗大化が顕著であり、ほぼビード中央で会合している。
粗大結晶粒間には一部にマルテンサイトが析出しているのが認められ、清浄とは言い難い。5%N₂を混合していないAr+5%O₂条件の**写真191-2-2**と比較すると、その差異がよくわかる。
やはり、5%N₂混合による影響として溶接金属の柱状結晶粒界にマルテンサイトらしきものの析出があり、着目する必要がある。
- ② HAZ部における組織には幅1.5~2.0前後にわたって粗大化が認められる。
同時に、粗大フェライト結晶粒内および粒間に炭窒化物らしきものの生成が明確に認められる。上記①と同様に**写真191-2-2**と比較すると、HAZ粒界および粒内にはやや幅のある細長い析出物が認められる。
但し400倍にみるピッカース痕から推定するとそれらの析出物の硬さはあまり大きくなさそうである。
- ③ 母材部は微細なフェライト単相の組織となっている。

溶接部ミクロ組織観察 (×50)

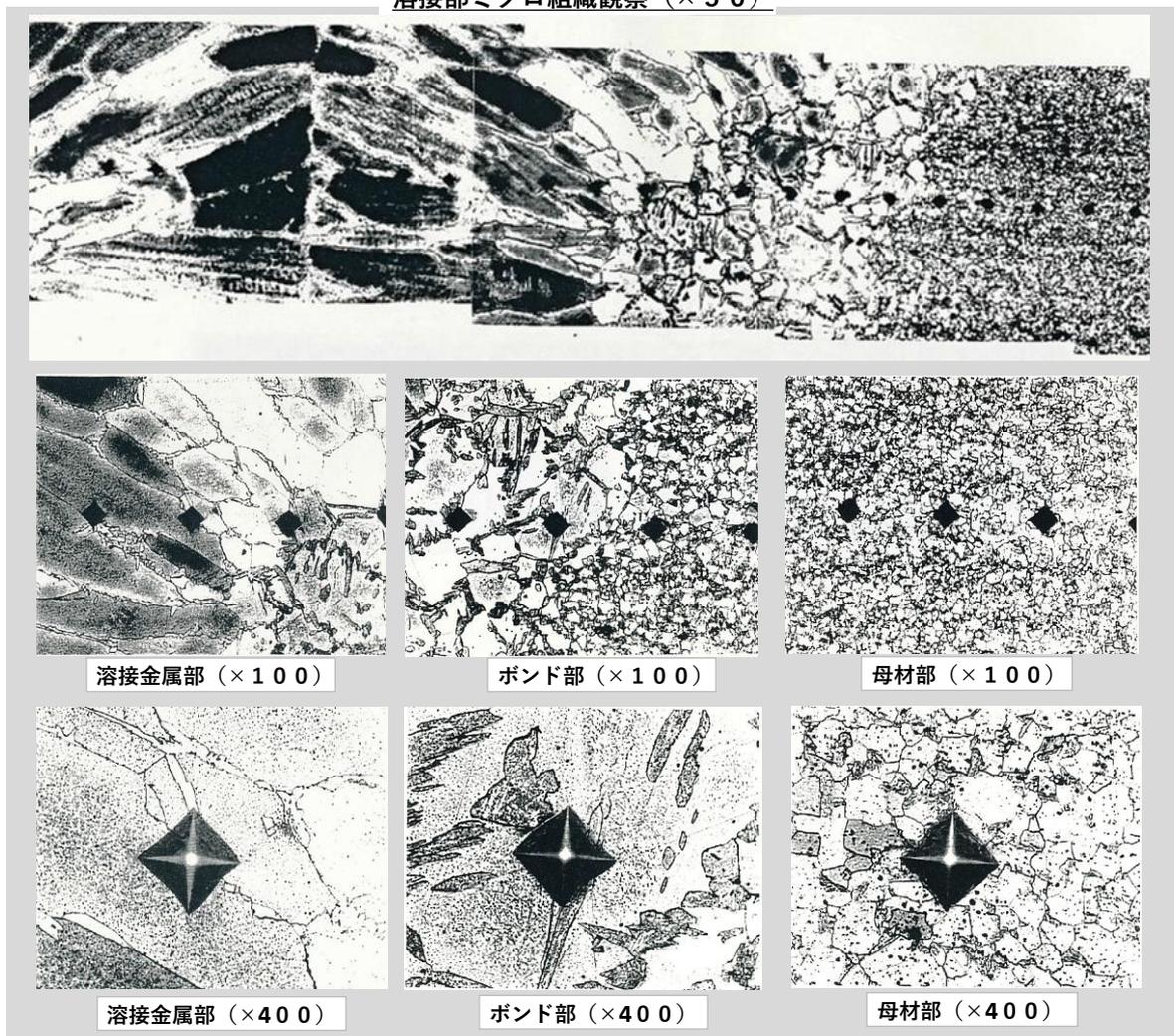


写真197-02 N₂ガスを混合した場合の溶接部のミクロ組織観察
ガス; Ar+5%O₂+5%N₂ 条件; 120A-19V-90cm/min

2) 各溶接部の硬さ測定

各測定結果を図 197-01 および図 197-02 に示す。これらの測定結果から読み取った溶接部硬さを表 197 に示す。但し表 197 中には表 191 で示した値も併記しています。

5%N₂ を混合していない Ar+5%O₂ 条件の図 191-2-1 および Ar+20%CO₂ 条件の図 191-2-2 と比較するなかでコメントします。

表197 測定硬さ読み値の比較

ガス条件	溶接各部の測定硬さ (Hv)			
	溶接金属部	境界部	HAZ部	母材部
Ar + 5% O ₂ + 5% N ₂	190	192	202	165
	220		315	178
Ar + 5% O ₂	200	268	198	155
	230		345	175
Ar + 20% CO ₂ + 5% N ₂	209	224	210	172
	225		320	177
Ar + 20% CO ₂	213	218	184	163
	240		298	175

< 5%N₂ 混合ガスの溶接部硬さとコメント >

① Ar+5%O₂+5%N₂ と Ar+5%O₂ の硬さ比較

- * 境界部 ; Ar+5%O₂ の方がかなり高い。
- * 溶接金属部 ; Ar+5%O₂ の方がやや高い。
- * HAZ 部 ; Ar+5%O₂ の方がかなり高い。

② Ar+20%CO₂+5%N₂ と Ar+20%CO₂ の硬さ比較

- * 境界部 ; ほぼ同程度
- * 溶接金属部 ; Ar+20%CO₂ の方がやや高い。
- * HAZ 部 ; Ar+20%CO₂ の方がかなり低い。

以上の判定結果から、5%N₂ ガスの混合による各溶接部硬さへの影響は概して大きくないと推定します。N₂ 混合による窒化物の析出、固溶が生じてもそれらが硬さへ及ぼす影響は大きくないことを示している。

なお、専門書*1)によると、シールド不良ならびに油脂類や錆の付着などにより溶接部でC、NおよびOが増加した場合のぜい化が生じ、その程度が大きくなるとぜい化割れにつながるとの指摘がなされ、またNおよびOのわずかな増加による溶接金属の著しいぜい化も指摘されている。参考にしたい。

次話より「フェライト系ステンレス鋼溶接部の溶接割れの事例」について、いくつか紹介します。以上。

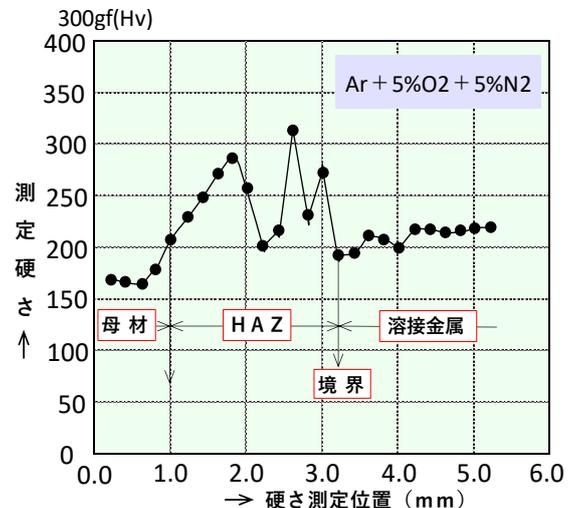


図197-01 N₂ガスを混合した場合の溶接部の硬さに及ぼす影響
パルス溶接法、母材SUS430 t 1.5mm 突合せ溶接 (キップ 0.3mm)
ワイヤ; 丸鋼系SUS専用ワイヤ NO.1-K 1.2Φ EXT.15mm

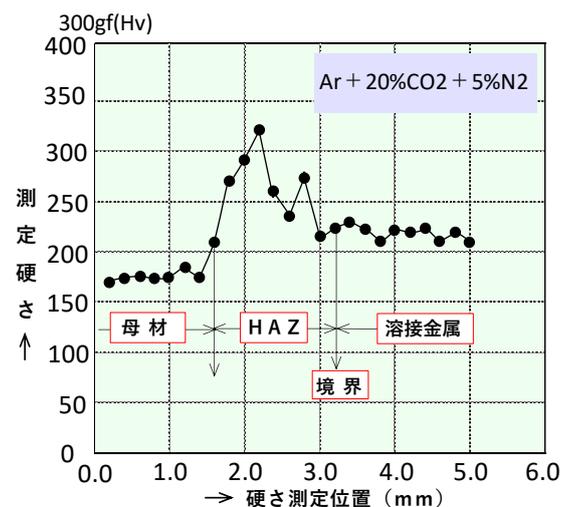


図197-03 N₂ガスを混合した場合の溶接部の硬さに及ぼす影響
パルス溶接法、母材SUS430 t 1.5mm 突合せ溶接 (キップ 0.3mm)
ワイヤ; 丸鋼系SUS専用ワイヤ NO.1-K 1.2Φ EXT.15mm

* 1); ステンレス鋼の溶接 西本和俊ら 産報出版 溶接・接合選書 11 p 98~100, p240~244 より抜粋