

＝ クロム系ステンレス鋼溶接部の代表的な「マクロ組織およびミクロ組織の観察」(その 2) ＝

本話から数話にわたってフェライト系ステンレス鋼と軟鋼系の溶接におけるマクロ・ミクロ組織について実例を示しながら、それら着目点について触れていきたい。

自動車排気処理系部品では、エンジンケース本体への取り付けに際して軟鋼系フランジを介して、その熱膨張率がほぼ同一のフェライト系ステンレスパイプ材などの溶接・接合がなされる。

いわゆる SUS430 系と軟鋼系の異材の溶接を、クロム系ステンレス専用ワイヤを適用して溶接施工されることになる。

これらの溶接部において品質上留意すべき点はないか。

軟鋼系母材と溶接金属との境界、溶接金属およびフェライト系ステンレス鋼側母材と溶接金属の境界、さらにはその熱影響部 (HAZ) などにおいて着目すべき課題がないか、以下に探索した。

1. 母材 409Lパイプ(t1.5)と軟鋼SS400フランジのT字すみ肉溶接におけるマクロ・ミクロ組織観察と測定硬さ



写真192-01 T字すみ肉溶接部の外観
水平板SS400 + 垂直側母材SUH409Lパイプ (t1.5)

溶接条件 ; 150A-19V-60cm/min
すみ肉ギャップ ; 密着 トチ狙い角 45°
ワイヤ ; クロム系ステンレス専用ワイヤ NO.1-K 1.2Φ
ガス ; Ar+5%O₂ 18 l/min

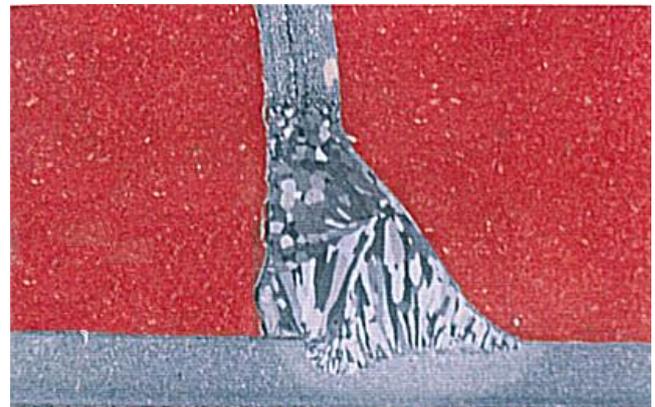


写真192-02 T字すみ肉溶接部のマクロ組織
水平板SS400 + 垂直側SUH409Lパイプ (t1.5)

写真から判別できることは、

- ① 溶け込み深さがパイプ側で過大となっている。
- ② パイプ側 HAZ 部で粗大結晶粒となっており、かつパイプ断面長手方向に何らかの欠陥が認められる。
- ③ 軟鋼側の溶け込み深さは正常である。
- ④ 溶接金属部はフェライトの粗大結晶粒が形成されかつ両母材側から成長してビード上部で会合している。

なお本事例は、母材パイプ側の粗大化部位および溶接金属の会合線付近の観察がやや不十分で、1990 年代初め頃の観察によるもので、習熟できていなかった面が反省点である。

次に写真 192-03 および 192-04 に各溶接部のマイクロ組織（倍率×50 & ×100）を示します。

写真 192-03 は軟鋼・水平板側の「溶接金属・境界・HAZ・母材」のマイクロ組織です。軟鋼のため母材のマイクロ組織は白い部分はフェライト，黒い部分はパーライトであり境界に隣接した母材部分では半溶融および過熱による結晶の粗大化が観察できます。

一方溶接金属は適用溶接ワイヤの影響でフェライト単相となり粗大化しビード中央に向かって伸びている。なお，柱状晶を呈している粒界における不良などは認められない。

写真 192-04 は 409 L パイプ側の「溶接金属・境界・HAZ・母材」のマイクロ組織です。

溶接金属は止端部を示す。その粗大粒界部にはわずかではあるが低炭素マルテンサイトの析出がみられるが品質的に問題はなさそう。なお，母材部の写真をよくみるとフェライトの粒界が黒く変色しているようにみえる。粒界における酸化ではないかと推定する。

これらの母材における粒界不良の要因のひとつに溶接入熱の過大が挙げられる。409 L 母材の組織はほぼフェライト単相であり溶接熱およびアーク熱により加熱されると粗大化するとともにパイプ母材が肉薄であるため表，裏両面より好ましくない O，N の雰囲気へ晒されやすくなる。

過大溶接入熱と O，N の吸収により粒界酸化および劣化が促進されたものと推定します。

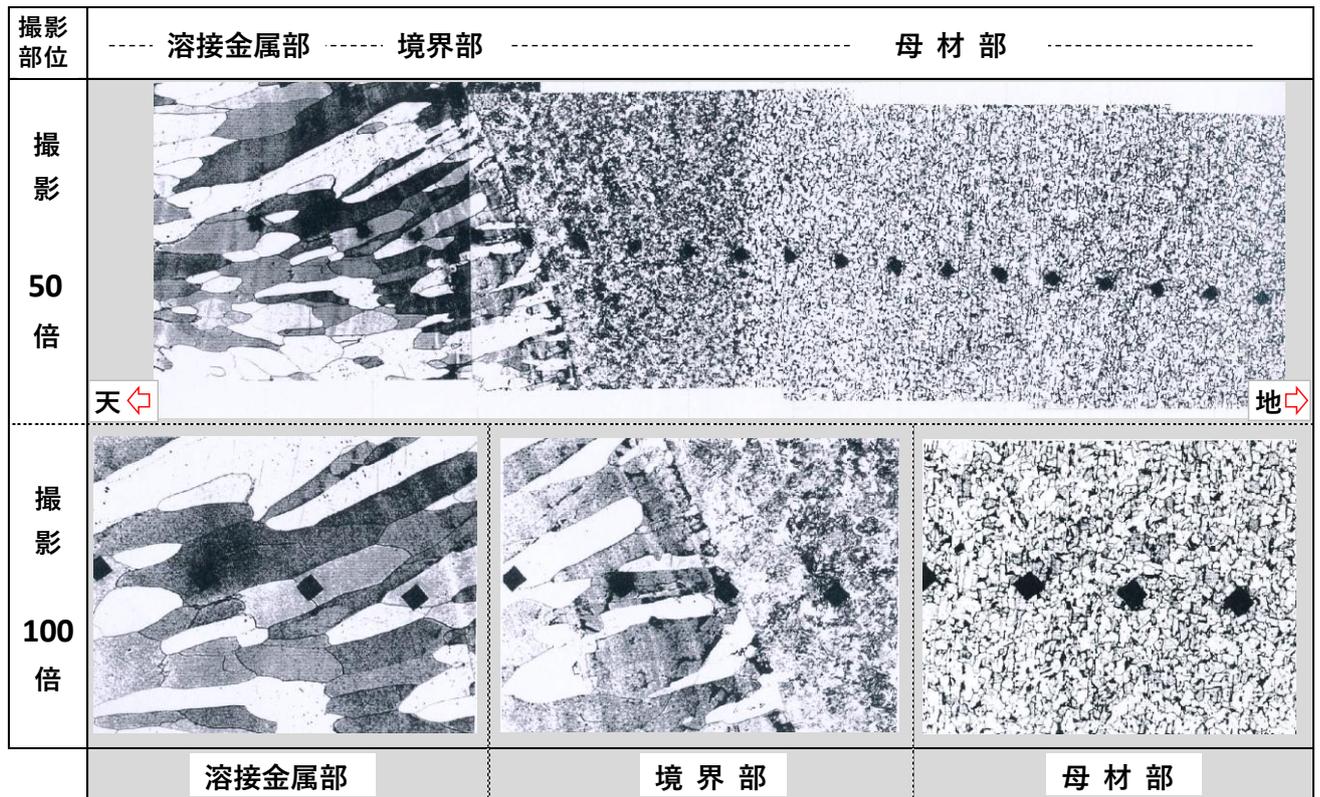


写真192-03 T字すみ肉溶接部のマイクロ組織（水平板 SS400 側）

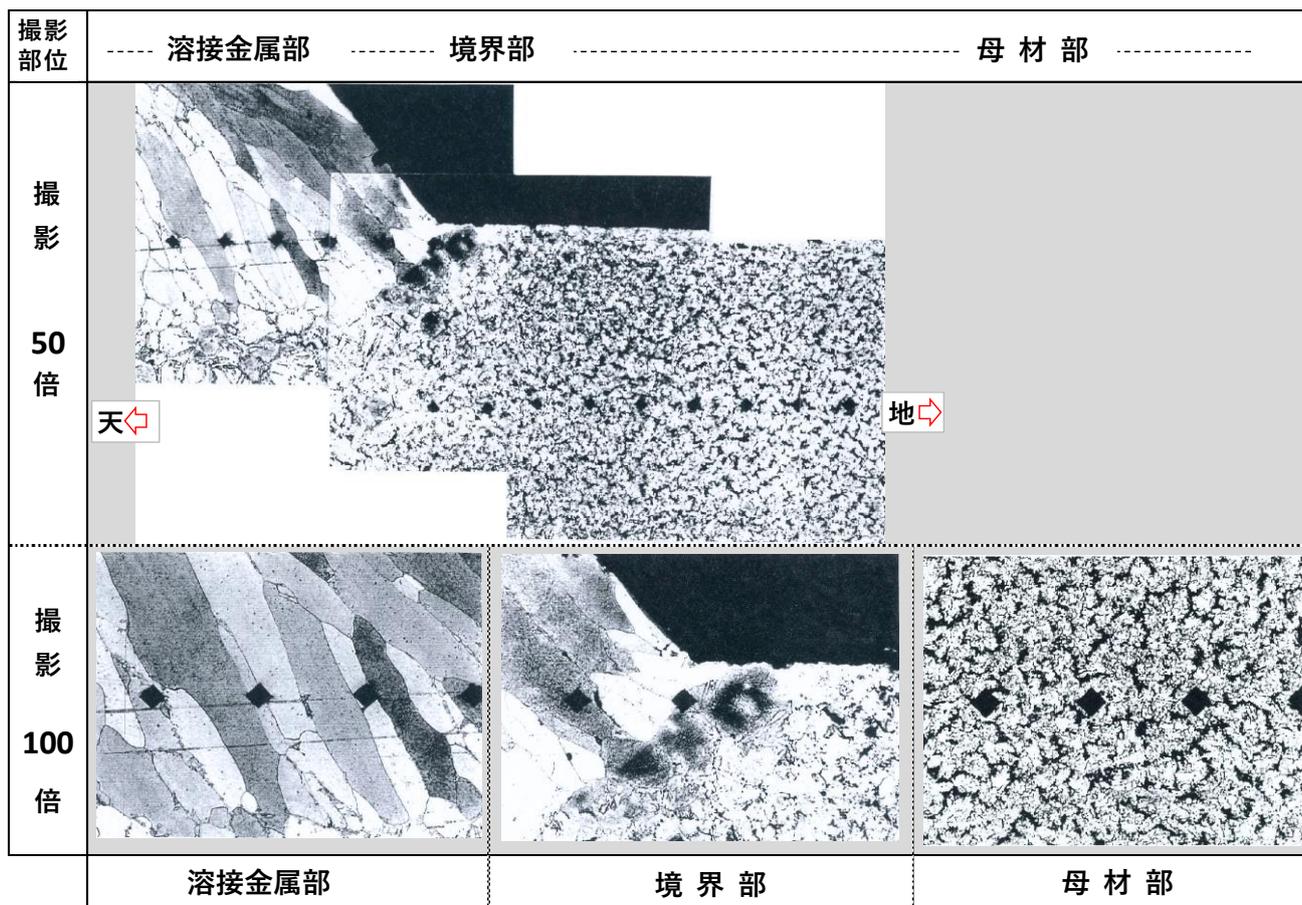


写真192-04 T字すみ肉溶接部のミクロ組織（409Lパイプ側）

次にこれら溶接部の硬さ分布をみることにします。

図192-01には溶接金属～409L側の硬さ分布を示す。

溶接金属部の硬さはほぼ $H_v=205\sim235$ 、境界部 H_v は 205 で、母材熱影響部で $H_v=150$ まで軟化し粗粒化域を過ぎると $H_v=175\sim190$ と上昇し、粒界酸化域の硬度がこれにあたる。

図192-02には溶接金属～SS400側の硬さ分布を示す。

ここでの溶接金属部硬さは $H_v=205\sim218$ でほぼ同様である。しかし境界部は $H_v=300$ と高い。しかし高いのは1点だけで軟鋼側熱影響部 $H_v=200$ 前後を経て、軟鋼母材はほぼ $H_v=165$ の値を示している。

以上より、本話で示す 409L+軟鋼の溶接におけるマクロ、ミクロおよび硬度調査結果からコメントできることは、

- ① パイプ薄肉材に入熱が片寄り溶け込み深さが過大になっている。
- ② パイプ薄肉材への入熱過多は、フェライト粒の粗大化と併せて粒界酸化にもつながりやすいのではないかと推測できる。
- ③ 軟鋼側の境界でやや硬さが高い部位が認められた。

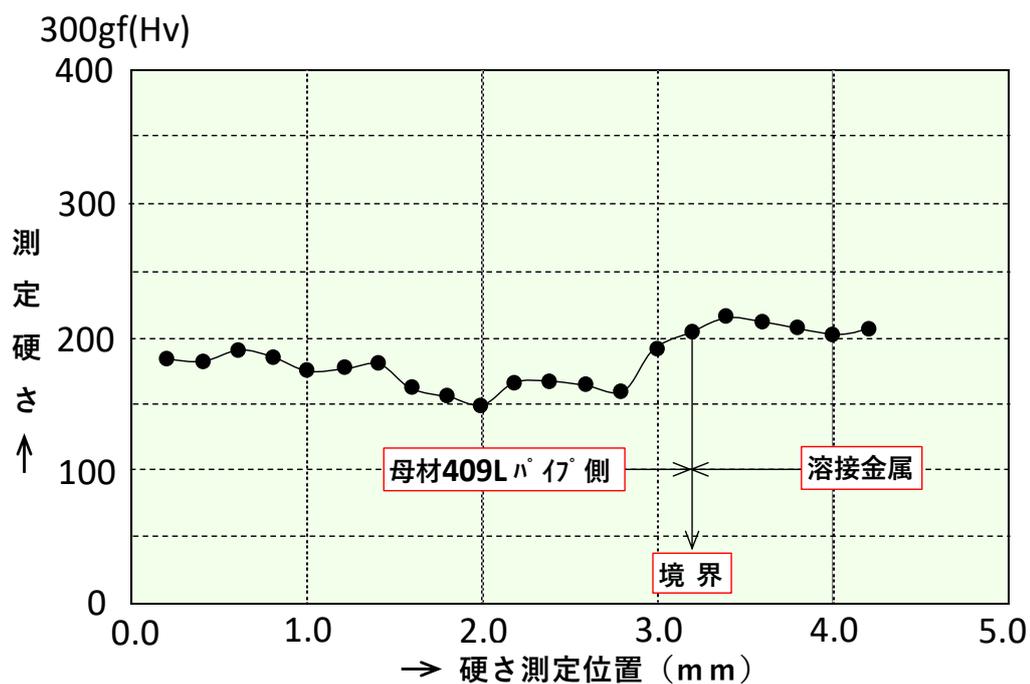


図192-01 T字すみ肉溶接部の硬さ測定例

垂直側 SUH409Lパイプ (t1.5) + 水平板 SS400

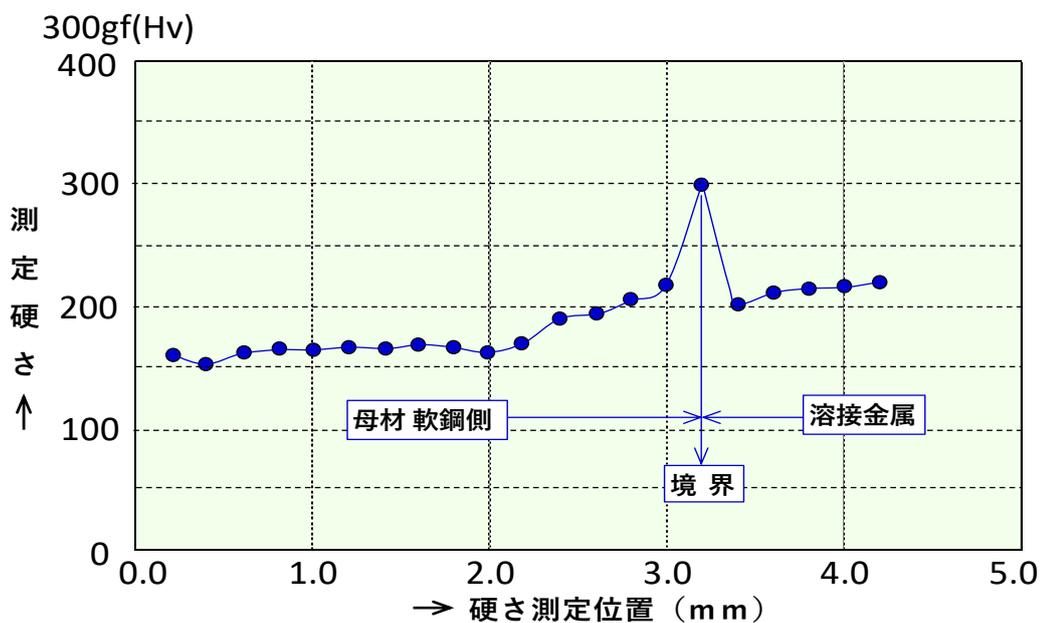


図192-02 T字すみ肉溶接部の硬さ測定例

垂直側 SUH409Lパイプ (t1.5) + 水平板 SS400

次話では、引き続きフェライト系ステンレス鋼と軟鋼系の異材溶接の実例について、マクロ・マイクロ組織および硬さ結果をもとに説明し、コメントします。

以上。