

「ステンレス鋼管は冷却水配管に適さない」に対するステンレス協会の見解

一部の著書に記述されている炭酸カルシウム成分などの多い冷却水配管にステンレス鋼管を用いると、溶接部で炭酸カルシウムが析出し、熱影響部近傍で孔食を生じるという現象は妥当である。しかし、溶接部で炭酸カルシウムが析出することによりステンレス鋼溶接部の腐食反応におけるカソード反応が促進され孔食が生じるためには、アノード反応を誘発するためのハロゲン(塩素イオン等)の存在が必要である。不動態皮膜を破壊するハロゲンの存在なしでは、カソード反応が促進されても、流れる電流はステンレス鋼の不動態維持電流程度に留まり、孔食にはいたらない。

炭酸水素イオン濃度と塩素イオン濃度の共存するある濃度域において、配管熱影響部の腐食が加速されることを報告している¹⁾。空調配管の冷却水の塩素イオン濃度は200ppm以下に規制されているため(日本冷凍空調工業会の冷却水基準)、基準値内の冷却水を用いる限りでは、空調配管にステンレス鋼配管を用いても腐食は生じない^{2, 3)}。「ステンレス鋼管は冷却水配管に適さない」は環境条件を考慮していない誤った認識である。

以下、具体的なデータを用いて説明する。

ステンレス鋼配管の腐食有無の判断には、使用環境におけるステンレス鋼配管の自然電位と配管溶接部の腐食発生電位を比較することで推測できる。自然電位より腐食発生電位が卑な場合のみ腐食は起こる。

1) 空調配管におけるステンレス鋼配管の自然電位

空調配管の冷却水は上水とは異なり、塩素殺菌を施されないのが一般である。したがって、酸化剤としては溶存酸素のみの存在になる。図1に冷却水相当環境におけるステンレス鋼の自然電位を示す。本測定結果より、冷却水が流れる空調配管におけるステンレス鋼配管の自然電位は約0~0.1V, SCEと判断される。

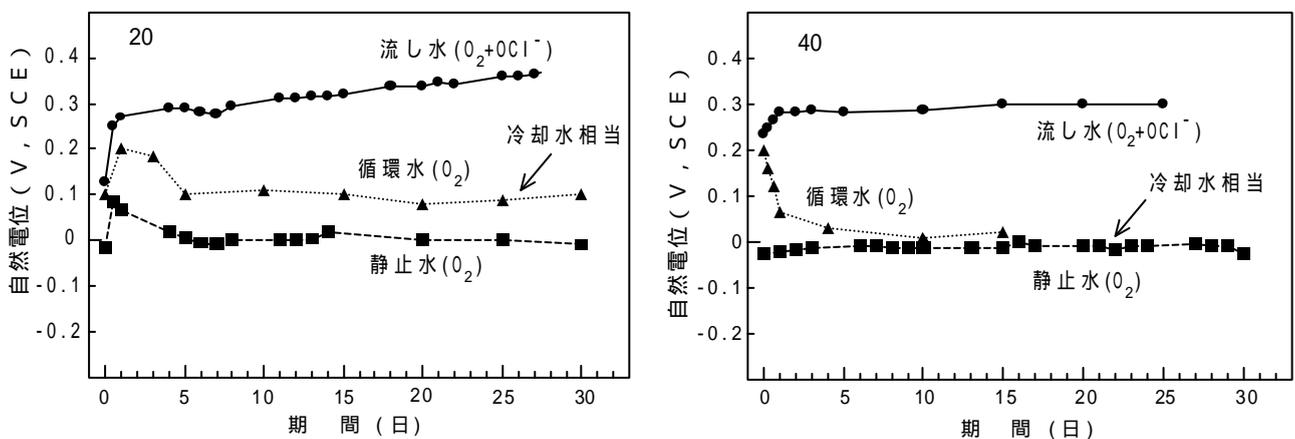


図1.空調配管環境におけるステンレス鋼配管の自然電位¹⁾

2) ステンレス鋼配管の腐食発生電位

2.1) 塩素イオンの影響

ステンレス鋼は塩素イオンの存在により、孔食を生じる。図2に空調配管環境におけるステンレス鋼配管溶接部の腐食発生電位を示す。溶接状態が悪いほど腐食発生電位は卑になる。しかし、冷却水基準の上限値である200ppmの塩素イオン濃度のデータを参照すると、図1で示した空調配管の自然電位と比較して、溶接状態が極めて悪い場合を除き、腐食発生電位が自然電位より貴であるため、溶接スケールが残っても耐食性を有する。

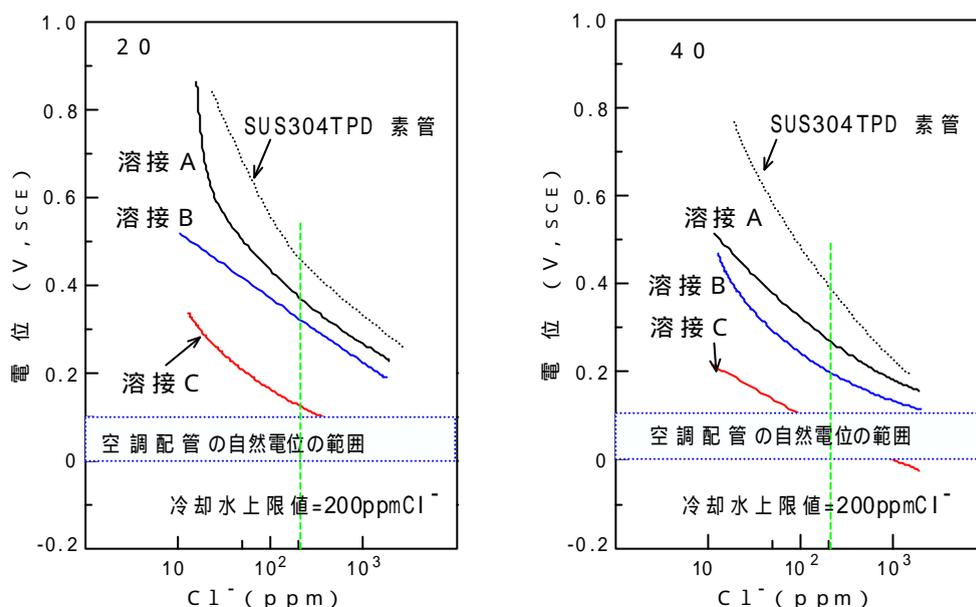


図2.空調配管環境における SUS304TPD 溶接部の腐食発生電位 (定電位法) ^{2,3)}

溶接 A : 溶接スケール少、ヒート形状良好, 溶接 B : 溶接スケール多、ヒート形状良好

溶接 C : 溶接スケール多、ヒート形状不良 ...添付資料図3参照

2.2) 炭酸水素イオンの影響

冷却水の場合には冷却塔における水の蒸発のために炭酸水素イオンやカルシウムが濃縮する。カルシウムイオンは一般的に腐食には関与しない。そこで、炭酸水素イオンの影響について検討した。図3にステンレス鋼配管の溶接部の腐食発生電位に及ぼす炭酸水素イオンの影響を示す。炭酸水素イオンは塩素イオンとの共存において腐食発生電位を卑にする濃度域を有することが判明した。その原因の詳細は不明であるが、溶接部近傍に炭酸化物が析出することに起因すると考えられる。写真1に腐食試験後の試験片の外観を示す。炭酸水素イオン濃度によって腐食生成物の形態が異なっており、炭酸水素イオン濃度が高いと溶接部にスケールが集中して形成されている。これは炭酸カルシウムが溶接部に析出し、それが何らかのメカニズムで腐食に関与したものと考えられる。したがって、このような現象は実際に起こりうる現象である。しかし、孔食を起こすには塩素イオンの存在が必要となり、200ppmの塩素イオン濃度であれば、腐食発生電位が低下している部分を参照しても空調配管環境におけるステンレス鋼配管の自然電位より貴であり、孔食は起きない。

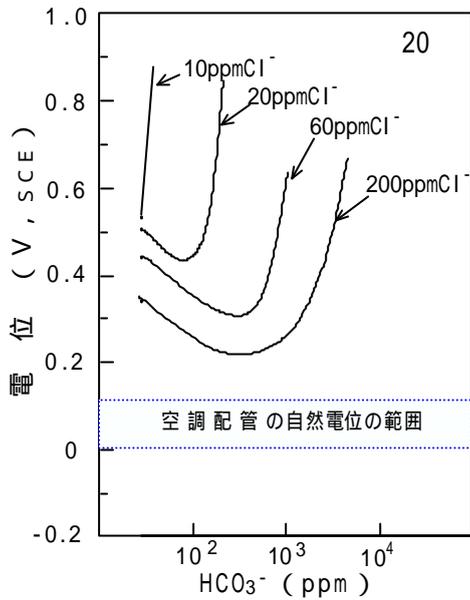


図3 . SUS304TPD 溶接部の腐食発生電位に
腐食状態

及ぼす炭酸水素イオンの影響^{2,3)}
(溶接スケール多,ビード形状良好)

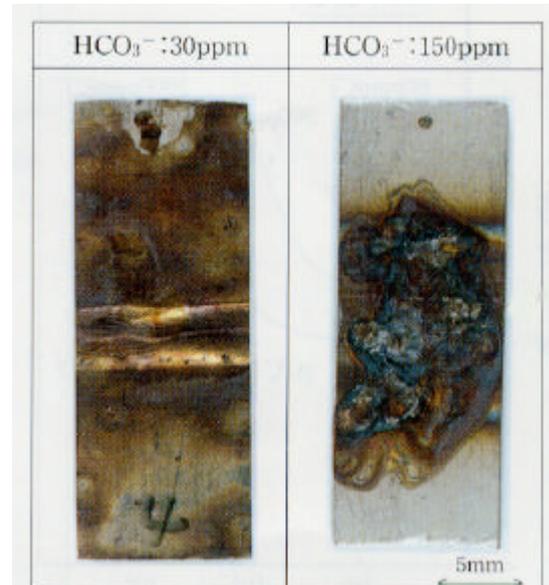


写真1 . 腐食試験後の SUS304TPD 溶接部の

に及ぼす炭酸水素イオンの影響¹⁾
(溶接スケール多,ビード形状良好)

以上のことから、冷却水基準の水を使用する限り、冷却水配管にステンレス鋼は使用可能と考える^{1, 2, 3)}。「ステンレス鋼管は冷却水配管に適さない」といった認識は、理論的な構成はなされているものの、実験結果などに基づく実証はなく、誤った認識である。

以上

参考文献

- 1) 原田和加大、西川光昭、足立俊郎、名越敏郎；日新製鋼技報 No.77, (1998), 25
- 2) 原田和加大；第46回材料と環境討論会で口頭発表(1999, 9, 1)
- 3) 原田和加大；第137回鉄鋼協会春季講演大会で口頭発表(1999, 3, 29)