

1. 腐食事例：Ti 合金ポンプ羽根の腐食

高塩酸、高温、高流速のスラリ環境で使用されるポンプ用の金属材料に、耐食性の優れる材料がなかった。なお、酸化剤として、Cl₂(塩素ガス及びHClO(過塩素酸)が含まれていた。

耐食性が最も優れるチタン合金に関しては、流速 20m/s 以下で使用すると、数ヶ月で使用不能の腐食を呈した。しかし、流速 20m/s 以上で使用されたものは 10 年間以上運転できた。すなわち、高流速下のポンプは、耐食性良好に対し、流速が低い場合は異常腐食を発生下した。

以上のことから、腐食機構は、

- ① エロージョン・コロージョン
- ② スラリー溶液中の酸化剤が影響する流動腐食

が考えられた。

2. 腐食原因の推定

図1に示すように、高流速淡水中では、銅合金には削り取られるエロージョンコロージョン発生するが、ステンレス鋼、チタン、ニッケル合金では不動態化して、エロージョン・コロージョンは発生しない。一方、鉄鋼、鋳鉄では、流速の低い領域では流速の増大とともに腐食は増加するが、最大の腐食速度を超すと、流速とともに腐食量は減少する。

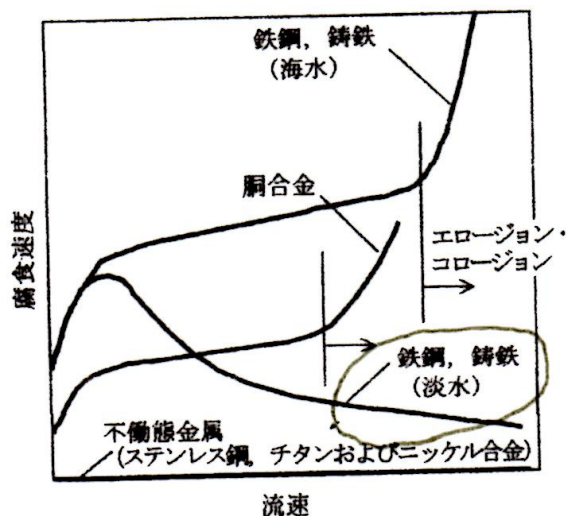


図1 腐食の流速依存性を示す模式図

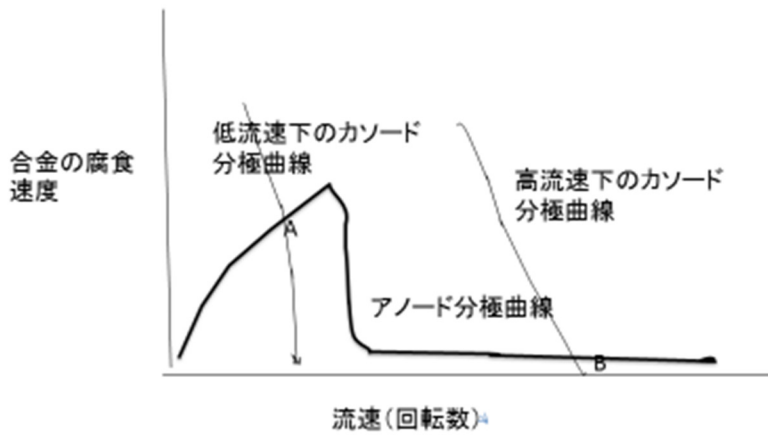


図2. 高濃度塩酸中における Ti の腐食速度に及ぼすポンプ流速の影響

一方, Ti では, 高温で酸化剤を含む高酸化性環境では, 図2に示すように流速がある限界値を超すと, 酸化剤のカソード反応の増加によって, 却って腐食速度が低くなると考えられた。

3. 実験室試験による腐食現象の再現

再現腐食試験を日本有数の腐食試験会社数社に打診したが, 試験実施できる会社は無かったので, 弊社で試験計画の作成と解釈, K社で試験を実施することにした。

Ti 製ポンプインペラの腐食の外観写真から,

- ① 腐食表面は, エロージョン・コロージョンではなくて, 全面腐食の様相。
- ② 高流速の方が低流速より腐食速度が数分の一と小さい。

このような検討結果に基づいて, 塩酸, 高温, 高酸性溶液で, 酸化剤, スラリーからできた試験溶液を攪拌して, 短冊形 Ti 試験片の腐食速度と酸化剤の量との関係を測定した。その結果, 酸化剤が限界量を超えたところで Ti の腐食速度が急激に低下することを確認した。

ここで重要なことは, ビーカーテストでは, 数 10m/sec を再現できないので, 流速と試験片表面に到達する酸化剤の量が比例関係にあることに注目して, 流動腐食試験を実施した。その結果として, 酸化剤の濃度が低い時 (低流速相当) に比べて, 酸化剤濃度が高い時 (高相当流速) は腐食速度が 1/4 になることが分った。