

503 ステンレス鋼溶接部(SUS304L)における微生物付着と微生物誘起腐食(MIC)

大阪大学接合科学研究所
大阪大学大学院

小澤正義、菊地靖志
○八木 清

Adhesion of bacteria and Microbiologically Influenced Corrosion (MIC) to welds of
stainless steel (SUS304L)

by Masayoshi OZAWA, Kiyoshi YAGI, Yasushi KIKUCHI

1, 緒言

ステンレス鋼で作られた井水用配管（外径 216.3mm, 肉厚 2.8mm）において使用開始後比較的早い時期に溶接部および近傍から漏水が発生した。漏水の原因は腐食によるものだが、環境（井水の水質、温度）はステンレス鋼にとってマイルドであり、孔食の発生箇所は溶接金属および溶接による酸化変色部に発生し、そこから Si, P, S（腐食を起こしていない箇所からは検出されない元素）を含むさびこぶが形成され、腐食形態はインク壺型であった。これらの腐食状況は微生物誘起腐食(Microbiologically Influenced Corrosion :以下 MIC と略す)の一般的な特徴¹⁾を示しているので、腐食事例は MIC の可能性が考えられる。そこで事例地下水を入手し、浸漬実験による研究室レベルでの再現実験を行うことにより MIC が生じるか否かの確認を行った。一般に MIC は母材と比較して溶接部での報告が多く^{2~3)}、その原因の一つに金属表面に付着する微生物による作用が考えられている。そこでさらに溶接部(As weld の weld metal)において微生物の付着特性の評価を行うとともに、腐食挙動の検討を行った。

2, 実験方法

供試液：供試液は地下水であり、その化学組成を Table 1 に示した。pH は 7.9 でほぼ中性である。微生物の活性を維持する目的で Nutrient Broth(NB と略す、Difco 製)を 0.01% 添加したもの、オートクレーブで 121℃×15min の条件で滅菌した液等を試料の浸漬用試験液とした。

供試材料：供試材料は SUS304L で、表面処理は JIS の 2B 仕上のものを用いた。溶接部は TIG 溶接（アーク電流：80A, 溶接速度：0.4m/min(自動溶接), アーク長：5mm, シールドガス：Ar, シールドガス流量：20 l/min, 溶接方法：ビードオンプレート）によって作製した。

浸漬実験：実験に用いたガラス器具等はすべて滅菌処理をした。試験片はアセトンで超音波洗浄後、アルコール（70%エタノール）で滅菌して用いた。200ml 三角フラスコへ事例水 200ml 採取し、その中へ試験片を入れ、シリコン栓を行い、20℃のインキュベーター内で、攪拌機により一軸方向に攪拌した。その概要を Fig. 1 に示す。

再現実験：MIC か否かの確認のため、オートクレーブによって事例水を滅菌したものと滅菌していないものを用いて浸漬実験を行い、所定の期間後、フラスコから試験片を取り出し、洗浄、乾燥後、走査型電子顕微鏡で表面状況を調べた。

微生物付着特性の検討：所定時間の浸漬実験の後、三角フラスコから試験片を取り出し、滅菌した蒸留水に試験片を入れ、超音波洗浄により試験片に付着していた菌を剥離し、その菌を平板培養法（NB 培地使用）を用いて試験片に付着していた菌数を測定した。また菌を剥離した後の試験片の表面を走査型電子顕微鏡で観察し、腐食の発生状況を調べた。

3, 結果および考察

オートクレーブで事例水を滅菌して浸漬実験を行った試験片には腐食が観測されなかつ

たが、滅菌を行っていない事例水で浸漬実験を行った試験片は腐食が観測された。このことから腐食には微生物が関与したものと考えられる。次に試験片表面での微生物の付着数と浸漬時間との関係を Fig.2 に示す。溶接部と母材の微生物付着数を比較すると明らかに溶接部の方が多く、時間と共に増加することが判った。次にこれらの試験片において4日間浸漬を行った試験片の表面状況を走査型電子顕微鏡で調べた結果を Fig.3 に示した。微生物付着の多い溶接部には孔食が発生していたが、母材にはこれらの孔食は見られなかった。これらのことから微生物の付着挙動が腐食発生に影響を及ぼすことが明らかとなった。

参考文献 1) 菊地靖志：材料と環境、47, 758-760 (1998) 2) 菊地他：溶接学会講演概要 第64集（'99-4）242-243 3) 菊地他：溶接学会講演概要 第63集（'98-10）210-211

Table 1 Chemical composition of ground water (unit : mg/l)

	Ca	Mg	Na	K	H ₄ SiO ₄	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	Mn	As
Water	26.80	6.67	48.90	3.93	43.3	63.2	0.90	0.110	0.0030

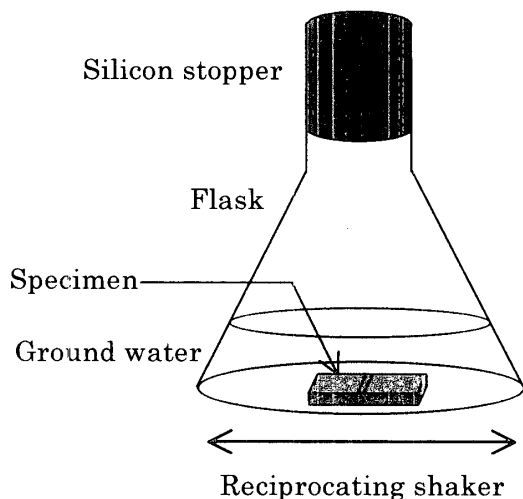


Fig.1 Apparatus of exposure experiment

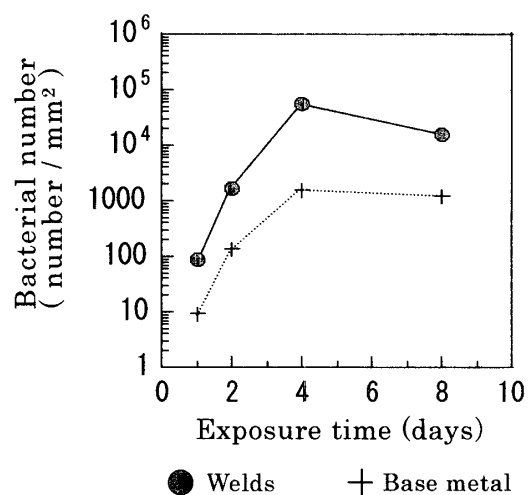


Fig. 2 Variation in bacterial number adhered to welds and base metal specimen

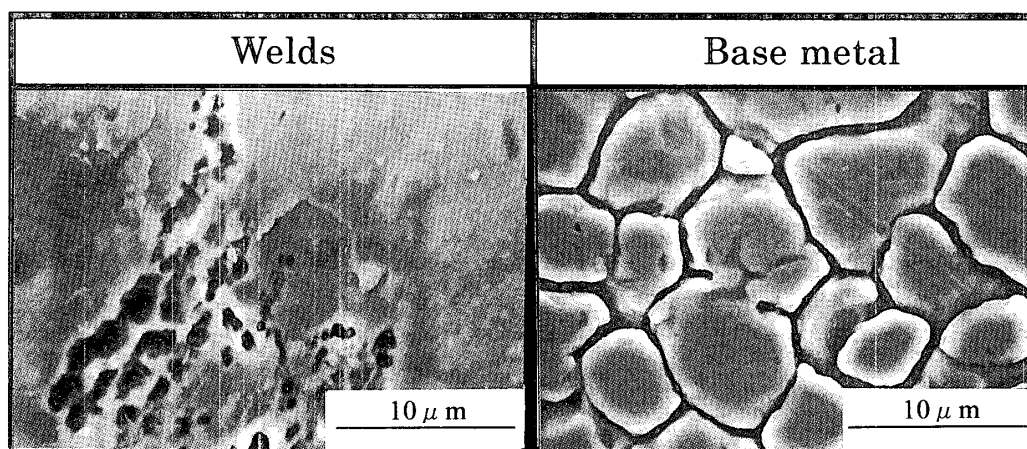


Fig.3 Observation in welds and base metal specimen surface after 4 days exposure