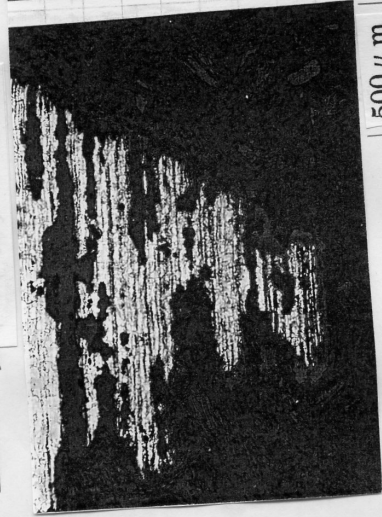
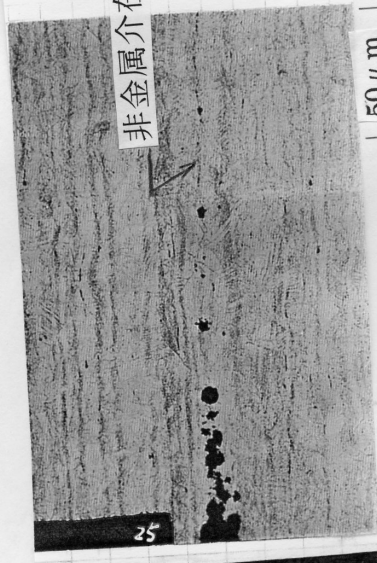


S/N CB0059009	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁）： 尾崎敏範、石川雄一、穂山雅男：海水機器の腐食—損傷とその対策、科学図書出版 p.55（2002）		本資料の 作成者名 尾崎敏範
整理番号 Ozaki-009	資料のタイトル： 海水中におけるステンレス鋼製ボルトの選択腐食損傷		
失敗事例のタイトル： 非金属介在物の優先溶解による選択腐食損傷			一次原因（材料要素）：非金属介在物の存在、局部腐食、選択腐食
機種：大型海水ポンプ、 使用期間：数年間	部品：ボルト 寸法；Φ20mm×100mm	鋼種：SUS304、オーステナイト系ステンレス鋼、	使用環境：常温海水 水質：
損傷発生時の状況： ①図1は海水中で数年間使用された SUS304 鋼製ボルトのネジ部分に生じた腐食損傷である。a)図はボルトネジ部分の断面写真（写真下方がボルト山の先端）である。本腐食形態は、その断面はボルト長手方向(ボルト切出し鋼材の長手方向)に沿った多数のトンネル状腐食が進行している。 ②本腐食損傷はボルト転造加工により高加工度となるネジ部分の腐食損傷の大きいのが特徴である。 ③b)図は a)図のエッチング後の拡大写真である。トンネル状溶解は糸状に連続して存在する非金属介在物に沿って進行しているように観察される。			
調査内容とその結果； ①本腐食損傷部分を詳細に観察すると、金属組織は長手方向に白色部分（高 Ni 濃度）と灰色部分（低 Ni 濃度）が 5～20 μm 間隔で層状に積重なった部分、および幅 1 μm 程度で連続的に引き伸ばされた黒色の線（MnS、非金属介在物）が層状に連なって存在している。 ②本材料の平均的化学組成は JIS 規格を満足しており、S 含有量は規格の 0.03wt%以下を満足している。また、エッチングにより結晶粒界が強調されず、粒界腐食感受性はないものと思われる。 ③以上より、本腐食損傷は、健全なステンレス鋼に見られない特異な局部腐食損傷である。腐食溶解は、鋼材長手方向に連続して引伸ばされた合金の濃度偏析地点および MnS 非金属介在物の優先溶解が組合わされて生じたものと推察される。			
損傷発生のシナリオ： ① 合金濃度や MnS 非金属介在物が強く偏析したインゴット素材を強加工し(冷間加工?)、棒材を製作した。 ②本棒材を固溶化処理することなく、引続いてボルト加工を行った。その結果、合金濃度偏析や細く伸ばされた MnS の連続性が解消されることのないボルトが製作された。 ③海水中において、これらの特異な金属組織にそって、異常な腐食溶解が生じた。			
対策（損傷発生時にとられた対策あるいは現在とるべきと考えられる対策）： ①棒材加工後およびボルト加工後に固溶化処理を確実に実施し、合金濃度偏析や MnS の連続性を解消すれば、本損傷は防止できるものとし推測される。 ②ボルト使用段階における損傷防止には、金属組織検査を行えばチェックできる。			
教訓： 本腐食損傷は、鋼材のミルシートを見るだけではその発生の有無が判断できない。小部品と言えど加工履歴（特に熱処理条件）や金属組織をチェックすべきである。			
備考			
失敗の主要因		誰が判断した結果生じた失敗と考えられるか	
チェックボックス（を記入：複数可）		チェックボックス（直接作業者の場合、監督者の場合△を記入）	
☐	当時の技術レベルでは不可抗力	☐	設計者
☐	情報伝達不備・不足	☐	製作者 / 建設担当者
☐	担当者不勉強/教育不十分/意識不足	△	検査者
☐	指示ミス	☐	使用者
☐	うっかり、ぼんやり	☐	メンテナンス者
☐	その他	☐	その他

→ ボルト長手方向



500 μm



50 μm

非金属介在物

b)a)の拡大

a) ボルトネジ部分の断面写真

図1 海水中で使用された SUS304 鋼製ボルトのネジ部分に生じた腐食損傷。

船った局部腐食損傷