

S/N CB0059029	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.176（2002）		本資料の 作成者名 尾崎敏範
整理番号 Ozaki-029	資料のタイトル： 海水機器における青銅製インペラの腐食疲労損傷		
失敗事例のタイトル：. 青銅製インペラの腐食疲労損傷			一次原因（材料要素）：部品形状不良、 腐食疲労
機種：大型海水ポンプ 使用期間：数年間	部品：インペラ 寸法：φ 1000mm	鋼種：Cu 基合金、BC2 鋳造品	使用環境：海水 水質：汚染海水
損傷発生時の状況： ①図 1 は BC2 製大型流体機械インペラの破損状況である。高濃度硫黄イオンを含有する汚染海水中で 8 年間使用した結果、羽根付根に発生した局部腐食孔を起点として割れが発生し、一部の羽根が脱落した。			
調査内容とその結果 ①損傷品の合金組成や金属組織は規格を十分満足している。インペラ形状にも重大な欠陥は見当たらない。しかし、羽根付けの曲率（フィレット）が若干鋭く、腐食孔が生じれば応力集中の生じやすい形状であった。 ②図 2 は代表的な海水構造物材料の腐食疲労特性である。何れの材料も応力繰返し数の増大に伴い疲労強度が単調に低下し、SUS316 鋼に比べ銅合金の勾配は長時間側で比較的穏やかな勾配を示している。この挙動は、おそらく銅合金がステンレス鋼に比べ局部腐食孔が生じ難いので、応力集中部が形成し難いためと思われる。 ③一般に、海水構造物材料の腐食疲労強度は、チタンやインコネル 718 など腐食損傷を受けない材料が、大気中疲労強度とほぼ同じ 46～48kgf/mm ² である。しかし、銅合金やステンレス鋼などの局部腐食損傷を受ける材料は、20～28kgf/mm ² 程度まで低下している。そして、ステンレス鋼はその低下傾向が著しい。 ④このように考えると、上記損傷は、a) 強汚染環境、b)汚染環境に弱い銅合金の使用、c)羽根形状不良と局部腐食孔の生成による応力集中、などが重畳した結果、発生したものと判断される。			
損傷発生のシナリオ： 同上			
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腐食疲労を防止する為の合理的な設計法は見当たらない。実績ベースで試行錯誤しているのが現状である。 ②本腐食損傷の場合は、羽根付けの曲率を緩やかに設計すると共に、定期点検毎に腐食孔発生地点をグラインダ研削除去しスムーズに仕上げることで応力集中を避ける手法が採られている。 ③それらの手法を採用した結果、15 年間経過後も損傷に到っていない。			
教訓：海水中における腐食疲労強度はステンレス鋼に比べ、銅合金が大きい。しかし、汚染環境中において使用する場合には、局部腐食孔の生成・進行に注意が必要である。また、当所の羽根形状にも配慮が必要である。			
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

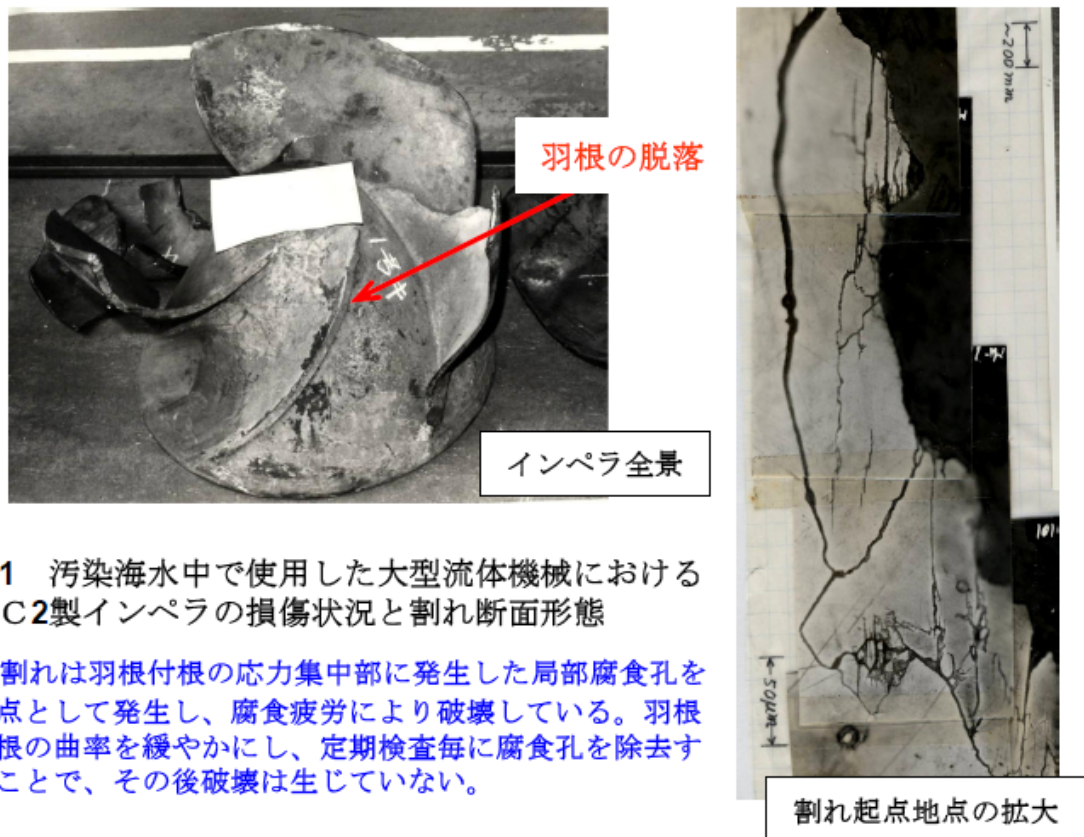


図1 汚染海水中で使用した大型流体機械におけるBC2製インペラの損傷状況と割れ断面形態

割れは羽根付根の応力集中部に発生した局部腐食孔を起点として発生し、腐食疲労により破壊している。羽根付根の曲率を緩やかにし、定期検査毎に腐食孔を除去することで、その後破壊は生じていない。

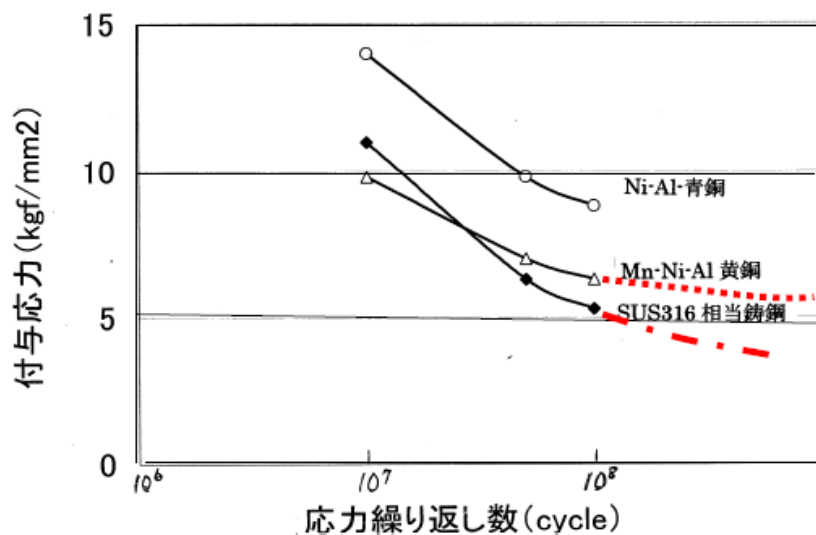


図2 海水中における流体機械軸材の腐食疲労特性

2種類の銅合金の腐食疲労強度は応力繰返し数に対し緩やかに低下する傾向を示しており、ステンレス鋼に比べ長時間側で比較的信頼性が高いと評価される。