

農業水利施設の機能保全の手引き

「ポンプ場（ポンプ設備）」

参考資料編

令和8年4月

目 次

1. 参考資料編の取り扱いについて	1
2. 設備劣化の解説	2
2.1 変状要因	2
3. 機器・部品の参考耐用年数と保全方式	16
3.1 機器・部品の参考耐用年数と保全方式	16
4. 設備を構成する装置及び部位の機能・性能について	45
4.1 ポンプ設備の性能管理の考え方について	45
4.2 装置・部位の機能・性能について	47
5. 現地調査	61
5.1 現地調査箇所	61
5.2 機能診断（概略及び詳細診断）調査表及び解説	82
5.3 診断に必要な測定器具	200

引用文献・参考文献

1. 参考資料編の取扱いについて

ストックマネジメントに関する技術は、近年、社会資本の適切な保全管理のために、様々な分野で検討が行われているところである。発展途上の段階であり、データの蓄積も十分でないことから、今後の現場での実践とデータの蓄積を踏まえて、更に技術の向上を図っていく必要がある。

本参考資料編は、現時点で収集可能なデータや検討結果を基に、機能診断調査の解説を業務参考として整理したものであるが、今後、機器・部品の耐用年数や機能診断調査における定性的健全度評価など、今後、客観性の向上を図る上で、機能診断調査や評価の結果、維持管理記録などを継続的に蓄積・分析を行って、定期的な見直しを行う必要がある。

なお、設備の安全性・信頼性を確保する上で、重要な要素には、①技術者倫理、②技術力、③組織体制、財政力などが考えられる。今後、財政が逼迫する中、ストックマネジメントを実施するためには、従来の特検以上に高度な技術力（診断技術）が必要となってくる（例えば、腐食や損傷、変形を例に見た場合で、機能・性能に影響を及ぼす変状なのかなど）。このため、参考資料編の適用に当たっては、単に書き物に頼るのではなく、現場レベルで創意工夫をしながら考えて行くことが必要である。今後の技術力向上や技術の継承のためにも必要であり、設備の安全性・信頼性の確保に寄与することになる。なお、健全度評価にあたっては、判定根拠を整理しておくと共に、必要に応じて技術検討委員会等による客観的評価なども踏まえ、整理していくことで機能診断調査実施の効率化や技術の向上に努めていくことが重要である。

2. 設備劣化の解説

2.1 変状要因

変状要因種別	機械的要因
変状内容	摩耗

(1) メカニズム

二つの固体がすりあわされ、表面がすり減る現象を摩耗という。摩耗の状態には、初期摩耗と定常摩耗の二つがある。この初期摩耗では表面粗さの大きい突起がつぶされたり、摩耗して除去されるとともに表面層の構造が変化してゆく。これをなじみという。また、新しい摺動面では摩耗量が多く、摺動面でのなじみが終わったあとには摩耗量が少なくなる。この状態を定常摩耗という。

潤滑油が存在しない、乾燥状態にある摺動面での摩耗のメカニズムには凝着摩耗、アブレシブ摩耗、疲れ摩耗の3つがある。そして摺動する2つの表面の材料と硬さ、また摺動面に加える圧力と速度の条件によって、これらのメカニズムのどれかが主体の摩耗が起こる。通常はこれに潤滑油が加わるので、摩耗の現象はさらに複雑になる。

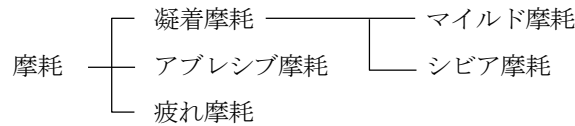


図 2.1.1 摩耗の種類

(2) 具体的な要因

1) 凝着摩耗

凝着摩耗とは、摺動面にある微小な凹凸同士が、高い圧力によって結合し、これが摩擦によって破壊するとき結合部の周辺が脱落して摩耗粉になることである。さらに凝着摩耗にはマイルド摩耗とシビア摩耗の2つの状態がある。

摺動面に加える圧力と速度が小さいときには細かい酸化物の摩耗粉が発生する。そして表面は滑らかで摩擦係数が小さく、摩耗量も少ない。この穏やかな摩耗の状態をマイルド摩耗という。このときは、周囲の空気の中にある酸素が潤滑材のような働きをして、摺動面を保護している。

摩擦する圧力と速度が大きくなると、酸素の潤滑作用が失われ、温度も上がるので、発生する摩耗粉は金属光沢を持った大粒のものになる。そして表面は粗く、摩擦係数も摩耗量も大きくなるようになる。この激しい摩耗の状態をシビア摩耗という。

材料の摺動面の組み合わせが同じでも、摺動する圧力と速度の違いで、摩耗の状態は大きく変わるのである。

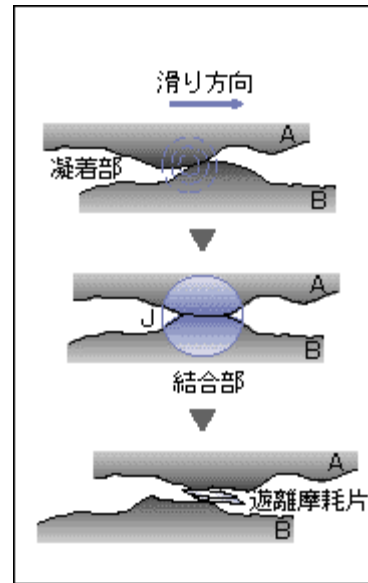


図 2.1.2 凝着説による個体摩耗機

2) アブレシブ摩耗

アブレシブ摩耗は、摺動面の一方が他方より硬いときに起こる。硬いほうの摺動面にある凹凸がやすりのようになって、軟らかい方の摺動面を削りとり、その切り屑が表面から脱落して摩耗粉になる。このときは軟らかい方の摺動面が摩耗する。

しかし、例外的に硬い方の面が削られる場合もある。砥石や砂のような硬い微粒子が、第3の物質として摺動面の間に侵入した場合、硬い進入粒子が軟らかい方の摺動面に埋め込まれることとなる。それがやすりのような働きをして、硬いほうの表面を削り取って摩耗させる。

3) 疲れ摩耗

疲れ摩耗は、摺動面で材料が疲れ破壊を起こし、表面の一部が脱落して摩耗することである。

表面が応力を受けて弾性変形すると、せん断応力の最大値は表面ではなく、表面より下の内部に発生する。そのため、このせん断応力が最大になる位置の付近に材料の欠陥や不純物があると、そこに応力の集中が起こり、疲れによる亀裂（クラック）が発生する。このクラックが発生すると表面にまで伝わり、表面が魚のうろこのように脱落して摩耗になる。滑り摩擦でも転がり摩擦でも、摺動が繰り返されると、表面における材料の疲れ破壊によって摩耗が起こる。

(3) 事例

横軸両吸込渦巻ポンプのパッキンスリーブ、羽根車、インペラ、ライナリング摩耗の例

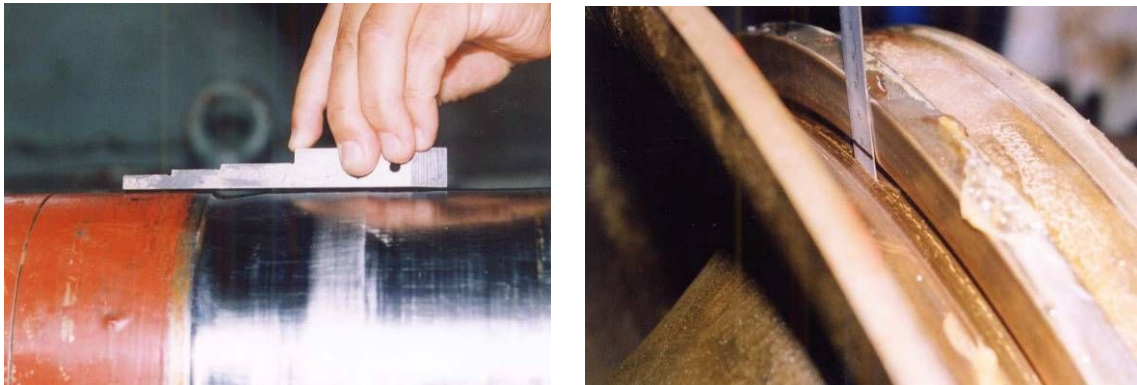
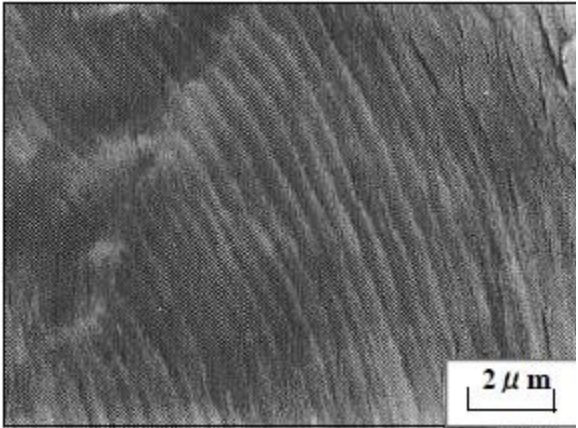


図 2.1.3 横軸両吸込渦巻ポンプの摩耗

劣化要因種別	機械的要因
劣化内容	疲労
<p data-bbox="220 241 421 275">(1) メカニズム</p> <p data-bbox="229 286 783 528">金属が一回では到底壊れないような小さな負荷でも数万回、数十万回の繰返し負荷を受けるとマイクロオーダーのき裂が生じ、最終的には破断してしまう。これを金属疲労という。構造物・機器の破損の80%以上はこの疲労が原因と言われている。</p> <p data-bbox="229 539 783 748">金属が疲労を起こすのは、金属の持つ根源的な性質による。金属の特徴は加工により様々な形に成形することができることにあり、それは金属が塑性（永久）変形するからである。</p> <p data-bbox="229 759 1390 965">金属の塑性変形は格子欠陥（原子配列の乱れ、しわ）、転位の移動によるものであり、転位の移動は絨毯のしわを移動させるのが比較的簡単にできるように、小さな応力のもとでも可能である。この転位の移動、すなわち微視的レベルでのすべりが疲労の原因と言ってよい。従って塑性変形を示す金属材料では疲労は必ず起こるものである。</p> <div data-bbox="810 286 1390 712" style="text-align: right;">  </div> <p data-bbox="826 730 1331 790" style="text-align: right;">図2.1.4 疲労破壊上に出現する縞状模様 (25% Cr-5% Ni鋼)</p> <p data-bbox="220 1010 453 1043">(2) 具体的な要因</p> <p data-bbox="229 1055 1070 1088">金属の疲労破壊過程は通常、き裂の発生と進展過程に分けられる。</p> <p data-bbox="229 1099 1390 1171">繰返し応力が作用すると、その表面にせん断応力成分によって結晶の特定の面に沿ってわずかに非可逆的なすべりが集中的に発生する。</p> <p data-bbox="229 1182 1390 1301">形成されたすべり帯が応力の繰返しとともに発達し、繰返し負荷の場合には局部的に入り込みや突き出しと呼ばれる微視的凹凸（数十ナノオーダー）ができ、それが成長してついには結晶粒単位のき裂となる。一般の構造用金属材料のき裂生成はこの機構によると言われる。</p> <p data-bbox="229 1312 1390 1469">繰返しすべりによって発生したき裂は、結晶粒界が抵抗となって停留することがあり、これが疲労強度に関係する。応力が高い場合や多数回の繰返しによってき裂は粒界を突破し、内部方向に材料組織に依存した方向性を示しながら進展するが、徐々に方向を変えて引張り応力に垂直な方向へ安定したき裂進展をするようになる。</p> <p data-bbox="229 1480 1390 1760">金属の疲労破壊は金属が塑性変形するというその特徴を持つ限り避けられないものであり、繰返し応力を受けるとどんな構造物・機器でも起こりうる。また、外力のみによるばかりでなく、温度変化、温度勾配による熱応力の繰返しも疲労の原因となるし、回転機器では共振が思わぬ疲労損傷を招くことがある。大型構造物ではき裂の生成を抑制することは一般にかなり困難であるので疲労損傷が予測される場合には、供用中の維持管理が極めて重要になる。したがって、構造・機器の設計、施工、維持管理者すべてが「疲労」の認識を共有することが損傷防止にとって最も重要なことである。</p>	

(3) 事 例

ポンプインペラ付け根部の疲労き裂の例



図 2.1.5 インペラの疲労き裂の例

変状要因種別	機械的要因
変状内容	変形
<p>(1) メカニズム</p> <p>広義には、固体の形状が変化する現象を総称して変形という。ポンプの変状に関しては、形状の変化が非可逆的な場合のみ問題となることから、以下は金属の塑性変形に代表される永久変形について述べ、弾性的な変形については割愛する。</p> <p>金属の永久変形は、微視的メカニズムから(a)すべり変形、(b)双晶変形、(c)粒界すべり、及び(d)拡散クリープなどに分類される。これらのうち、ポンプの劣化で問題となるのは主に(a)と(d)である。</p> <p>(a)のすべり変形は、物体に所定の応力、すなわち降伏応力以上の応力が負荷された場合に発生する変形であり、転位の運動によって引き起こされる。転位とは、金属結晶面に認められる結晶構造の局所的な乱れのことであり、この転位が移動することにより、結晶面の原子を同時に滑らせる場合に比べて数千分の一のせん断力で永久変形が生じる。</p> <p>(d)の拡散クリープは、原子の拡散による移動そのものによって生じる変形であり、融点の30～40%程度の高温環境下においては、負荷される応力が降伏応力より十分に小さい場合でも発生する。また、(a)と(d)の間とも言える低温域でのクリープも、軟質金属、低融点金属や樹脂材料で問題となる場合がある。</p> <p>金属以外の樹脂材料やセラミックなどにおいても永久変形は発生し、その微視的メカニズムは異なるものの、要因や事例は金属材料の場合と概ね同様である。</p> <p>(2) 具体的な要因</p> <p>(a)のすべり変形は、前述のとおり所定値以上の応力が負荷された際に生じる。当然のことながらポンプ設計においては、各部に生じる応力はすべり変形が生じないレベルに抑制される。その上で予期しない変形が生じた場合、その要因は、発生力、材料、構造のいずれかが想定範囲を逸脱していたということである。</p> <p>(d)の拡散クリープについても要因は(a)と概ね同等であるが、特に温度が想定範囲を越えることにより発生するケースが多い。</p> <p>(3) 事例</p> <p>ポンプにおいて(a)のすべり変形が生じた例のうち、過大な発生力が負荷された例として想定外の漂流物がインペラに衝突したことによる羽根前縁部及び付根部の変形が挙げられる。</p> <p>また、運転時の流体力を過小評価したために羽根車に変形した例もある。さらに、製造時や組立時のミスにより、材料や構造が設計よりも軟弱なものとなり、運転時の遠心力や流体力により変形した事例も多い。</p> <p>一方、ポンプにおいて(d)の拡散クリープが生じた事例は数少ないが、モータの過熱と遠心力によりロータの部品に拡散クリープが生じ、運転中に変形が進行して、ついにはハウジングと接触し破損した例がある。</p> <div data-bbox="922 1496 1382 1818" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">図 2.1.6 インペラの変形欠損の例</p>	

変状要因種別	熱的要因
変状内容	焼損
<p>(1) メカニズム</p> <p>一般に焼けて壊れることを言うが、ポンプ設備においては、何らかの理由で焼き付いて故障を起こし、機器が損傷することを言う。</p> <p>ポンプや電動機の焼き付きは、軸受など潤滑された摩擦面において何らかの理由で潤滑が不可能になり、摩擦が急増する現象で異常温度上昇を起こし放置しておけば、やがて軸受や巻線などが焼損して運転不能になり、場合によっては火災、漏電などを起こす原因になる。</p> <p>(2) 具体的な要因</p> <p>焼損の要因には、過熱原因があげられ軸受では、グリースの充填不足、油量や油種の不良、冷却水（潤滑水）の供給不足、軸受取付不良、低速・高荷重などが考えられる。また、電気的な要因としては、過負荷、単相運転、巻線の短絡や地絡、冷却不良などが考えられる。</p> <p>(3) 事例</p> <p>ポンプの水中軸受（ゴム軸受）が潤滑水の供給不足により焼損した例</p> <div data-bbox="587 871 1019 1200" data-label="Image"> </div> <p>図 2.1.7 水中軸受（ゴム軸受）の焼損の例</p>	

変状要因種別	機械的要因
変状内容	キャビテーションによる潰食
<p>(1) メカニズム</p> <p>ポンプは、内部が充水された状態で機能することを前提にしている構造であることから、ポンプ内部に気体が混入すると不具合が生じる。このうち、ポンプ内部で局部的に圧力が低下し、水が蒸気化（気泡が発生）して空洞が発生する現象をキャビテーション（空洞現象）という。</p> <p>(2) 具体的な要因</p> <p>水を吸込むインペラ入口の回転速度（周速）が大きくなる外周付近では、通過する水の流速も大きくなるため圧力が低下しやすい。</p> <p>従って、流速（流量）の増加により圧力はさらに低下し、飽和蒸気圧を下回ると、水が蒸気化し気泡が発生する。</p> <p>キャビテーションにより発生した気泡は、発生と消滅を繰り返すことで衝撃波となる。その衝撃波は、振動や騒音（パチパチ、バチバチ、バリバリといった音）を発生させ、インペラの表面を打壊し潰食（エロージョン）を引き起こす。</p> <p>さらにキャビテーションが発達すると、気泡が消滅せず溜まることで流路が閉塞し、揚水圧力の低下が生じる。</p> <p>(3) 事例</p> <p>片吸込渦巻ポンプにおいてキャビテーションが発生し、潰食により損傷したインペラ表面の写真を示す。潰食はバランスホール位置（図中矢印）から下流側の羽根負圧面で発生しており、損傷の深さは1～2mm程度である。</p> <p>(4) 対策</p> <ul style="list-style-type: none"> キャビテーションの発生要因は、インペラ入口の圧力低下であることから、流速（流量）の大きくなる運転を避ける。また、可変速機構があれば、回転速度を低下させることで圧力低下を防ぐことも可能である。 設備設計においては、主ポンプの据付高さを低くする、又は吸込み配管の圧力損失を小さくすることで、インペラ入口圧力の低下を防ぐことが重要である。 	

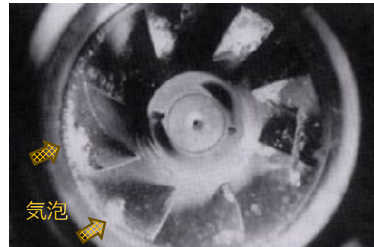


図 2.1.8 キャビテーションの発生



図 2.1.9 キャビテーションによるインペラの潰食状況



図 2.1.10 潰食により損傷したインペラ

変状要因種別	電氣的要因
変状内容	絶縁低下

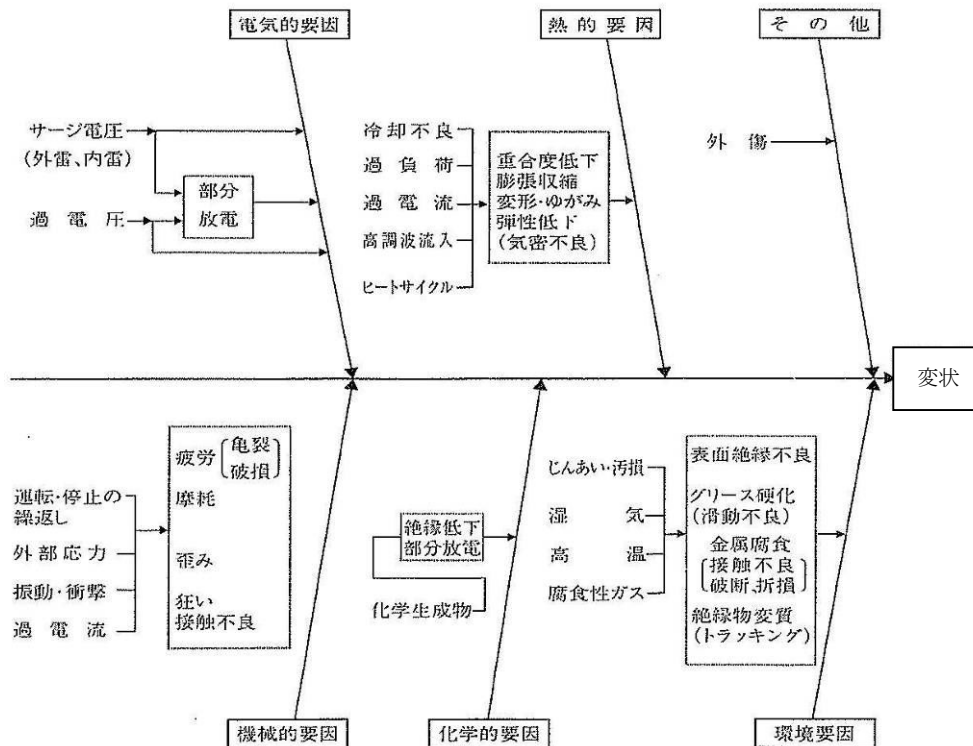
(1) メカニズム

絶縁物が使用中において、吸湿や各種のストレスを経年的に受け絶縁物内部のボイド（空洞）あるいは亀裂の発生などによって、脆弱化し絶縁破壊する現象をいう。

電動機は、固定子コイルの絶縁層内に多数の小さなボイドや局部的に大きなボイドが発生し高電圧を印加するとボイドは部分放電を発生し、導電体となるので絶縁パスは短くなり絶縁破壊電圧が低下する。

(2) 具体的な要因

変状要因が電動機に与える影響の程度は、対象機器によって異なるが一般的には下図のように表される。



(注) 1. 各要因が並列的又は直列的に複合進行し、変状が加速的に進行する場合もある。
2. 上記のほか、設計、製作、施工及び保守の不良なども変状を促進させる原因となる。

図 2.1.11 電動機の変状要因

(3) 事例

電動機絶縁損耗の例（ボイド放電痕）



図 2.1.12 電動機固定子コイルの絶縁損耗の例

変状要因種別	環境要因
変状内容	水接触による腐食

(1) メカニズム

腐食は鋼材の表面部分で水分の存在により局部電池ができ、鉄がイオンになって溶出し酸化することで酸化鉄（さび）が生じる現象である。

腐食の生じやすい環境としては、一般的に海岸部で飛来塩分の影響により、鋼材の腐食量は他の地域に比べて圧倒的に多く、この飛来塩分量を腐食環境の主たる指標として、その防錆対策を施すことが多い。

一方、同一の腐食環境下でも、その構造特性や塗料をはじめとした防錆特性等の差異により腐食速度は異なる。例えば端部で構造上、滞水が生じやすい箇所などは、腐食の進行が著しい。

また、ボルトなどの突出部分は、塗膜の品質が確保しにくいいため一般部に比べて錆の発生が早い傾向にある。

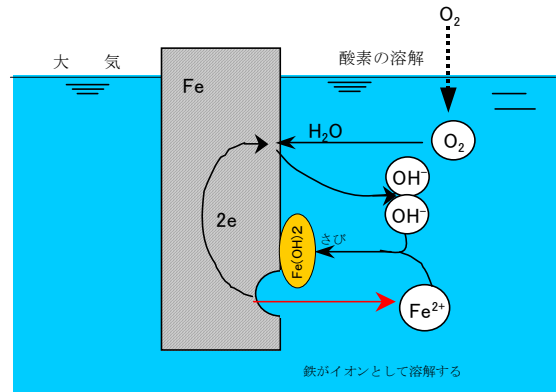


図 2.1.13 腐食のメカニズム

(2) 具体的な要因

鉄の腐食は湿食と乾食に大別される。鋼構造物における腐食は、主として湿食である。

浸食は、電食、自然腐食に区分され、自然腐食については、全面腐食と局部腐食に大別される。

全面腐食は、金属表面状態が均一で均質な環境にさらされている場合に生じ、全面が均一に腐食する現象であり、局部腐食は、金属表面の状態の不均一あるいは環境の不均一により腐食が局部に集中して生じる現象である。一般に、アノードとなる腐食部分が固定されるため、腐食速度は全面腐食と比較して著しく大きい。

このため、一般に構造物の性能に腐食が問題となるのは局部腐食である。

腐食は局部的な減肉による断面欠損を生じる損傷であり、検出を行うためには、鋼構造物の各部材に接近することが必要となる。

よって、定期的な点検の他に塗装塗替え時やその他の補強工事の際に設置される作業足場を利用して、詳細点検を実施することも多くみられる。

また、飛来塩分量などの環境条件や、地形条件あるいは、構造物において滞水しやすい部位によって、その進行速度は左右され、除々に進行する破壊現象であるため、早期に発見し適切な補修又は補強を行うことが重要である。

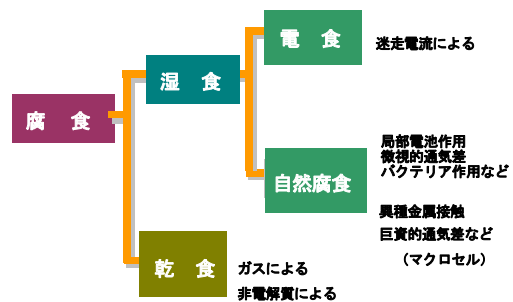


図 2.1.14 鉄の腐食の種類



図 2.1.15 ポンプの腐食診断

(3) 事例

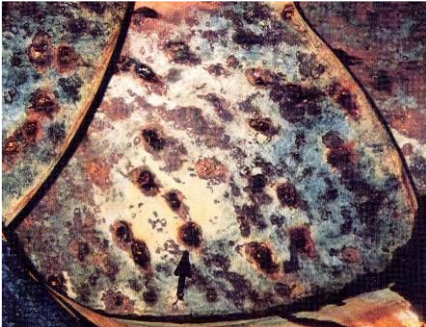
ポンプ各部の腐食状況を下図に示す。



図 2.1.16 主軸、インペラの腐食の例



図 2.1.17 吸込配管の腐食の例

変状要因種別	環境要因																														
変状内容	その他の腐食																														
<p>(1) 異種金属接触腐食</p> <p>金属は、強電解質溶液である海水中では、表 2.1.1 のように一定の電位を示す。</p> <p>電位の異なる金属が電解質溶液中で接触すると、金属間に腐食電位が形成されて卑の金属が酸化され貴な金属は還元される。</p> <p>例えば、普通鋼材とステンレス鋼材が河川中などで直接接触している場合、又は離れていても電氣的に接続していると、ステンレス鋼材近傍の普通鋼材は通常より著しく腐食する。</p> <p>溶接部は、局部的に加熱・冷却され金属組織が変化し、卑となるため一般部より腐食しやすい。</p>																															
<table border="1" style="float: right; margin-left: 20px;"> <tr><td style="text-align: center;">↑</td><td style="text-align: center;">低</td></tr> <tr><td></td><td>マグネシウム</td></tr> <tr><td></td><td>亜鉛</td></tr> <tr><td></td><td>アルミニウム</td></tr> <tr><td></td><td>炭素鋼</td></tr> <tr><td></td><td>鋳鉄</td></tr> <tr><td></td><td>SUS403、SUS420J1(活性)</td></tr> <tr><td></td><td>SUS304(活性)</td></tr> <tr><td></td><td>鉛</td></tr> <tr><td></td><td>黄銅</td></tr> <tr><td></td><td>銅</td></tr> <tr><td></td><td>モネル</td></tr> <tr><td></td><td>SUS403、SUS420J1(不働態)</td></tr> <tr><td></td><td>チタン</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">↓</td><td style="text-align: center;">高</td></tr> </table>		↑	低		マグネシウム		亜鉛		アルミニウム		炭素鋼		鋳鉄		SUS403、SUS420J1(活性)		SUS304(活性)		鉛		黄銅		銅		モネル		SUS403、SUS420J1(不働態)		チタン	↓	高
↑	低																														
	マグネシウム																														
	亜鉛																														
	アルミニウム																														
	炭素鋼																														
	鋳鉄																														
	SUS403、SUS420J1(活性)																														
	SUS304(活性)																														
	鉛																														
	黄銅																														
	銅																														
	モネル																														
	SUS403、SUS420J1(不働態)																														
	チタン																														
↓	高																														
表 2.1.1 海水中における金属の電位の順																															
<p>(2) すき間腐食</p> <p>電解質溶液中において金属表面に供給される溶存酸素量の差（通気差又は酸素濃淡）によって電位差が生じる。酸素の多い部分で還元反応が生る。しかし、酸素の少ない部分で金属は溶け出す。</p> <p>非常に狭いすき間に電解質溶液が侵入すると、電解質溶液がほとんど入れ替わらないため、酸素の供給が悪くなり酸素濃淡が生じ、腐食が進行する。</p> <p>例えば、ボルトで閉じ合わせた面や、フジツボ等の貝類や藻類が金属表面に付着した場合の付着物の下及び金属表面を覆う錆こぶの下などに酸素濃淡が生じてすき間腐食が進行する。</p>																															
<p>(3) 孔食</p> <p>不働態化している金属の電位は貴となっている。しかし、不働態皮膜の一部が何らかの原因で局部的に破られるとその部分の電位は卑となり腐食電池が形成される。</p> <p>このとき、卑な面積が貴な面積より非常に小さいため、腐食は著しく進行する。さらに、金属表面に腐食孔ができると、図 2.1.18 のように孔に侵入した塩化物イオンなどの腐食因子が外に出にくくなるため、腐食は急速に進行する。</p>																															
																															
図 2.1.18 インペラ孔食の事例																															

(4) 微生物腐食

微生物は自然界に広く存在しており、河川環境にも様々な微生物が存在している。ステンレス鋼の腐食に関与する代表的な微生物として、嫌気性菌の硫酸塩還元菌や好気性菌の鉄酸化細菌がある。これらの微生物は、電位を貴化させステンレス鋼の腐食感受性を高め腐食されやすくする。

淡水域においてステンレス鋼は電位が貴化しても腐食は発生しない。しかし、海水域では塩化物濃度が高いため、ステンレス鋼の不働態皮膜は破壊され腐食が生じる。このとき、微生物の関与があると腐食は急激に進行する。

汽水域では、満潮時など塩化物濃度が高い時期には、ステンレス鋼の不働態皮膜は破壊される。しかし、干潮時に塩化物がほとんどなくなり淡水となると不働態皮膜は直ちに修復されるため、腐食は進行しない。ただし、干潮時にも塩化物濃度が高いまま長時間維持された場合や、すきま部や溶接部などステンレス鋼の腐食が弱点となりやすい場所に、微生物が大量に繁殖していると腐食は急激に促進されることがある。

変状要因種別	複合的要因
変状内容	劣化
<p>(1) 塗膜の劣化</p> <p>鋼構造物の設置環境は様々であるが、塗膜の劣化原因には次のようなものがある。</p> <p>①塩 分・・・海上、海岸地域などの飛来塩分量の著しい地域や、寒冷地・山間部の凍結防止剤の散布により塗膜劣化が著しく見受けられる。</p> <p>②紫外線・・・紫外線は海上、海岸地域や山間部、田園部などで多い。塗膜表面を分解し、白亜化と顔料の艶やかさを低下させる。</p> <p>③腐食性ガス・・・発生する箇所は化学工場などに限られる。①及び②が加味されると塗膜は著しく劣化する。</p> <p>④水滴による結露・水滴は塗膜を繰り返し透過し、鋼面にマクロセルを形成し、アノード部に塗膜下錆を発生させる。</p> <p>⑤その他・・・油煙や砂じんによる汚れ。</p> <p>塗膜は、長期間供用される間に、水、酸素や上記に示す腐食性物質の影響により素地の鋼材の腐食が徐々に進行する。塗膜の劣化進行は、紫外線、熱、硬化、ばいじんなどによって塗膜表面が風化し、光沢の低下やチョーキング、変退色の進行、汚れの増大などが見られるようになり、さらに塗膜に割れやはがれなどの欠陥が生じ、ついには塗膜自体の防食や美観保持機能が失われることになる。</p> <p>塗替えの基本は、塗膜の機能をいかに合理的かつ効果的に良好な状態を維持するかということである。すなわち、塗膜調査により塗膜の劣化程度を調査し、塗膜の管理水準に基づいて、塗替えの判定を行い、最適の塗替え時期を選定し、塗替え塗装工事を行うことである。</p> <p>(2) 合成ゴムの劣化</p> <p>有機材料である合成ゴムは、高温・高圧の条件下で重合し成形されているため、金属材料に比べて安定性に劣っている。</p> <p>合成ゴムは環境の影響を受けやすく、屋外や水中で使用するため、光、熱などの影響によって物理的・化学的作用が生じ、本来の物性を徐々に失ってしまう。</p> <p>また、成形された合成ゴムに含まれる残留触媒などが引き金となって劣化が生じることもある。</p> <p>合成ゴムの弱点を知る意味で、劣化の形態を合成ゴム表面からの添加物の析出による劣化と、外的因子作用による劣化に分けて内容を示す。</p> <p>① 合成ゴム表面からの添加物の析出による劣化</p> <p>合成ゴムは劣化を防止するため、老化防止剤などを添加し改質が施されている。</p> <p>しかし、合成ゴムを長期にわたって放置していると、条件によっては表面に細かな粉末が吹き出したりすることがある。表面に析出しているのは、合成ゴムに含まれている滑剤、可塑剤、老化防止剤、加硫促進剤などであり、粉末が析出すると水密ゴムとしての価値が失われるだけでなく、析出している成分によっては触れることにより皮膚障害を生じる場合もある。</p>	

② 外部因子作用による劣化

ゲート設備の水密ゴムに採用されている合成ゴム製品には、使用環境によって外部からの圧力、温度及び光などの様々な要因が作用している。一般的に合成ゴムは、長期にわたっても柔軟性などの物性特性を保持するものと思われているが、外的因子が作用することによって合成ゴム分子には何らかの反応がわずかながらも生じている。具体例としては、空気中の酸素による酸化反応などが挙げられ、輪ゴムを机の上などに放置していると、時間経過とともに弾性は失われ、手にとって引っ張ると塑性破壊のような性状を示すことがあり、常温環境においても僅かずつながらも劣化は絶えず進行していると思っ間違いない。

金属材料の劣化の一形態である腐食が、電気化学的作用に説明されるように、合成ゴム製品の劣化も化学反応作用によるものと説明されるが、複数の環境因子がかかわるため、解明は複雑で慎重を要する。