

農業水利施設の機能保全の手引き

「頭首工（ゴム堰）」

【参考資料編】

平成25年4月

目 次

1. 参考資料編の取り扱いについて	1
2. 設備の劣化の解説	2
2. 1 劣化要因	2
3. 機器・部品の参考耐用年数と保全方式	12
3. 1 機器・部品の参考耐用年数と保全方式	12
4. 設備を構成する装置及び部位の機能・性能について	18
4. 1 ゴム堰の性能管理の考え方について	18
4. 2 装置・部位の機能・性能について	20
5. 現地調査	23
5. 1 現地調査箇所	23
5. 2 機能診断（概略）調査表及び解説	27
5. 3 機能診断（詳細）調査表及び解説	63
5. 4 診断に必要な器具及び診断者	84
6. 機能保全計画	88
6. 1 機能保全計画を検討する期間	88
6. 2 機能診断コストの対象となる経費	89
6. 3 将来に発生する費用の現在価値化	89
6. 4 残存価値	90
6. 5 シナリオの設定と機能保全コスト比較の検討例	91
7. 参考文献	95

1. 参考資料編の取り扱いについて

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が、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もとに、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。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、客観性の向上を図るうえで、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。

また、設備の安全性・信頼性を確保するうえで、重要な要素には、①技術者倫理、②技術力、③組織体制、④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、従来の点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、袋体の外形的劣化を例にみた場合でも、引張強さの低下に繋がるような重大な劣化なのか、強度に影響を及ぼさない表面上の劣化なのか等）。

このため、参考資料編の適用にあたっては、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ともに、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. 設備の劣化の解説

2. 1 劣化要因

劣化要因種別	機械的要因
劣化内容	摩耗

1. 金属の摩耗

(1) メカニズム

二つの固体が擦りあわされ、表面が擦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、疲れ摩耗の三つがある。そして摺動する二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。

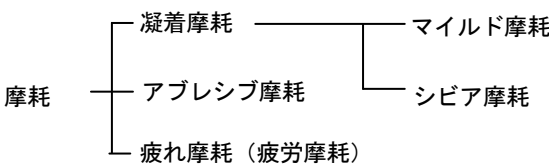


図 2.1.1 摩耗の種類

(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、これら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。

凝着摩耗にはマイルド摩耗とシビア摩耗の二つの状態がある。

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。また、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。さらに表面は粗く、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。

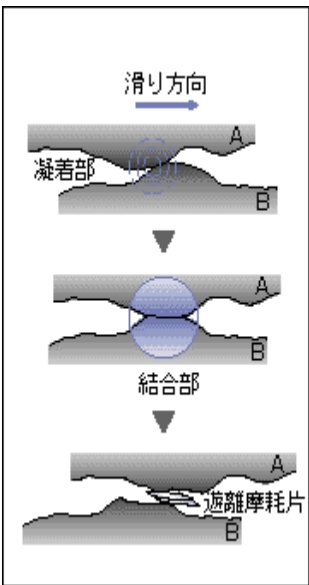


図 2.1.2 凝着説による個体摩耗

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。硬い方の摺動面にある凹凸がヤスリのように、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。

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、第三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。それがヤスリのような働きをして、硬い方の表面を削りとして摩耗させる。

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

頭首工の洪水吐ゲートに設置されたサイドローラが、腐食、軸受不良により回転しないため生じた摩耗の例



写真 2.1.1 ゲートのサイドローラ部の摩耗

2. ゴムの摩耗

（1）メカニズム

ゴム堰の袋体に発生する摩耗は主に転石土砂との摩耗と、河床コンクリートとの摩耗がある。いずれの摩耗も、二つの固体が擦りあわされ、表面が擦り減る現象である。

（2）具体的な要因

1) 転石土砂による摩耗

主に、ゴム堰が倒伏した状態で洪水が流下している時に、転石土砂が袋体の上面を転がりながらあるいは滑りながら流下するために発生する摩耗である。



図 2.1.3 転石による袋体の摩耗の概念図

図 2.1.4 は、最大平均流速が 0～3 m/sec、3～5 m/sec 及び 5～7 m/sec の河川に設置されたゴム堰の摩耗量を調査したものである。（ゴム引布製起伏堰施設技術指針 4-56 頁より引用）

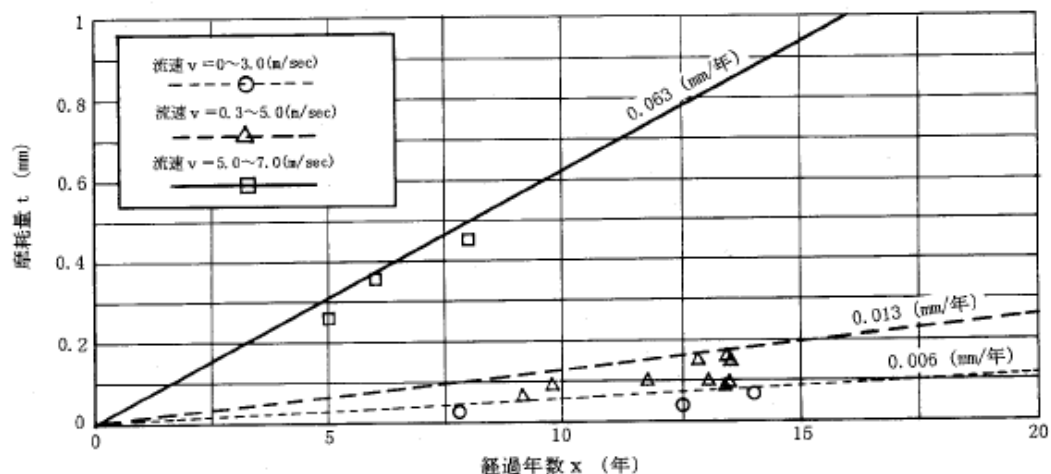


図 2.1.4 ゴム堰の外層ゴム摩耗量調査例

2) 袋体の振動による摩耗

主に、ゴム堰が越流している状態で、下流側の空気層の圧力が変動すること等により袋体が振動する時に、袋体の下面が河床コンクリートと擦りあわさることにより発生する摩耗である。

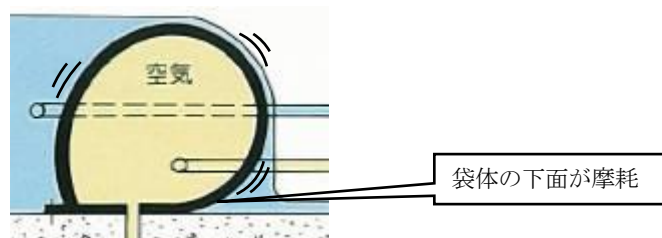


図 2.1.5 袋体の振動による摩耗の概念図

(3) 事例

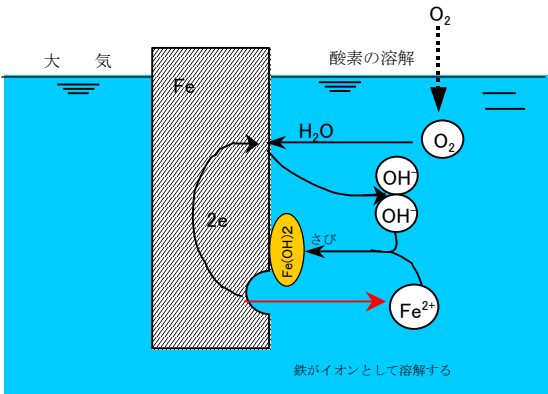
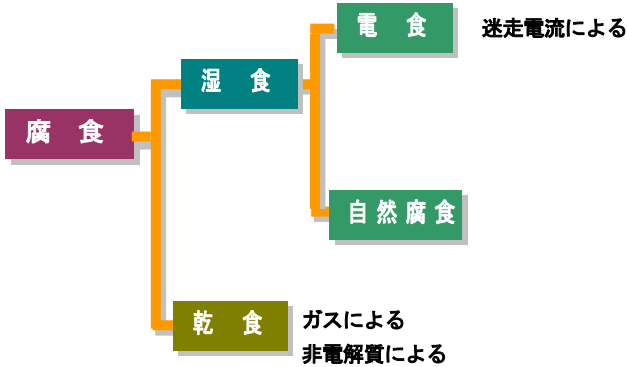


写真 2.1.2 袋体外面の劣化状況例



写真 2.1.3 袋体外面劣化部の拡大写真

劣化要因種別	機械的要因
劣化内容	疲労
(1) メカニズム 金属が一回では到底壊れないような小さな負荷でも、繰り返し数万回、数十万回の負荷を受けると、最終的には破断してしまう。これを金属疲労という。 疲労現象は繰り返し応力のもとで、次第に表面に微細な凹凸を作り出す過程から発展することが知られている。 応力集中が発生するような構造では疲労強度の低下を招く。 (2) 具体的な要因（S－N曲線） 繰り返し応力を特定数加えた時に疲労しない最大応力を、その繰り返し数における疲労強度という。疲労強度と繰り返し数の関係線図をS－N曲線（図2.1.6）という。 図2.1.6 S－N曲線の例 片対数のグラフの縦軸に応力比を取り、横軸にその応力の繰り返し数を取って、その関係を描いた曲線で、この線の下領域では疲労を起こさない。ここに応力比Sは、実際の応力Saと引張強さのSuの比である。 鋼材の場合は、繰り返し数が少ない範囲では曲線が右下がりとなり、繰り返し数が多くなるほど小さい応力で疲労を起こすことを意味している。また、繰り返し数が多い範囲では曲線が水平となり、繰り返し数がいくら多くなっても疲労を起こす応力が変わらないことを意味する。 別の見方をすれば、発生応力を一定値以下になるように設計すると、疲労を起こさないことを意味する。	

劣化要因種別	化学・電氣的要因
劣化内容	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つまり錆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、海岸部では、飛来塩分の影響による鋼材の腐食が他の地域に比べて圧倒的に多く、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ため一般部に比べてさびの発生が早い傾向にある。	
 図 2.1.7 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、主として湿食であり、その湿食は、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る。 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。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 2.1.8 鉄の腐食の種類	
 写真 2.1.4 ゲート腐食による板厚測定	
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。	

(3) 事例

頭首工のゲート各部の腐食状況を写真 2.1.5 及び写真 2.1.6 に示す。

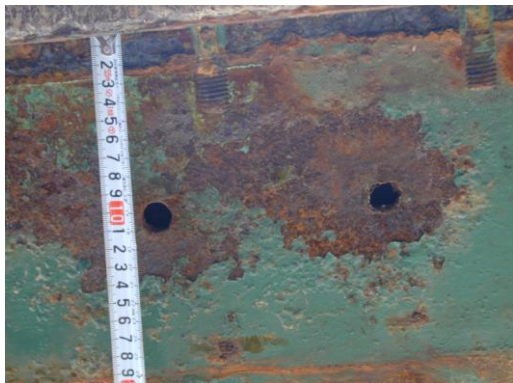


写真 2.1.5 ゲート扉体下部の腐食



写真 2.1.6 底部戸当りの腐食

また、ゴム堰の取付金具の腐食状況を写真 2.1.7 に示す。



写真 2.1.7 ゴム堰取付金具の腐食

劣化要因種別	化学・電氣的要因
劣化内容	絶縁低下

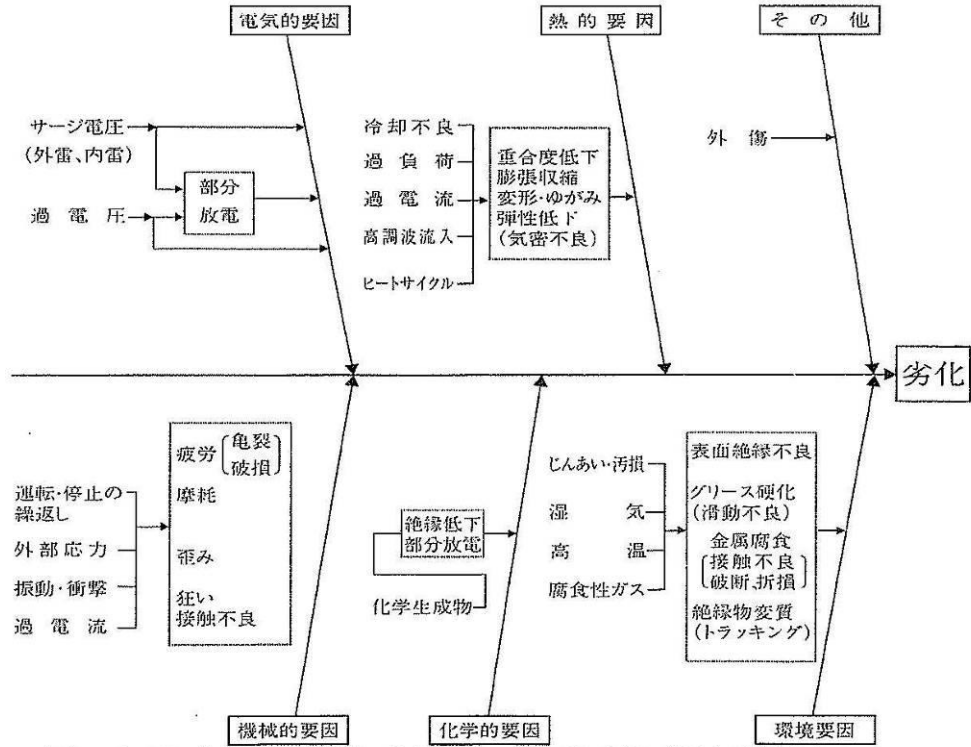
（１）メカニズム

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（電線路やモータなどの電気機器においては、短絡（ショート）を防ぐため導体間に一定の空間を確保したり、絶縁被覆を行う。しかし、雷サージなどにより設計された耐電圧（絶縁耐力）を超える高い電圧が加わると、導体間に放電現象が起こり導通するとともに、絶縁体を破壊して永久に絶縁状態が得られなくなる。）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

劣化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、劣化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劣化を促進させる原因となる。

図 2.1.9 電動機の劣化要因

（３）事例

電動機絶縁損耗の例（ボイド放電痕）

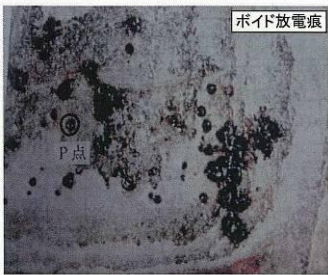


写真 2.1.7 電動機固定子コイルの絶縁損耗の例

劣化要因種別	化学・電氣的要因
劣化内容	その他の腐食
(1) 異種金属接触腐食 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。 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。 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。 溶接部は、局部的に加熱・冷却され金属組織が変化し、卑（イオン化傾向が大）となるため一般部より腐食しやすい。	
(2) すき間腐食 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じる。しかし、酸素の少ない部分で金属は溶け出す。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。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。	
(3) 孔食 不動態化している金属の電位は貴となっている。しかし、不動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。このとき、卑な面積が貴（イオン化傾向が小）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、写真 2.1.8 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。	
(4) 微生物腐食 自然界に微生物は広く存在しており、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易くする。 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、ステンレス鋼の不動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、ステンレス鋼の不動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動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、隙間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。	

↑ ↓	低	マグネシウム
		亜鉛
		アルミニウム
		鋳鉄
		炭素鋼
		13%クロムステンレス鋼(活性)
		18-8 ステンレス鋼(活性)
		鉛
		黄銅
		銅
		モネル
		13%クロムステンレス鋼(不動態)
		18-8 ステンレス鋼(不動態)
		チタン
	高	

表 2.1.1 海水中における
金属の電位の順

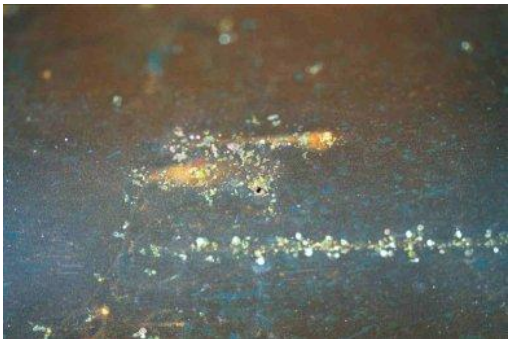


写真 2.1.8 孔食の事例

劣化要因種別	環境要因
劣化内容	塗膜、合成ゴムの劣化
(1) 塗膜の劣化 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。 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。 2) 紫 外 線・・・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。 3) 腐食性ガス・・・発生する個所は化学工場などに限られる。2) 及び3) が加味されると塗膜は著しく劣化する。 4) 水滴による・・・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、アノード部に塗膜結露下錆を発生させる。 5) そ の 他・・・油煙による汚れ及び砂・転石による剥離、剥落 塗膜は、長期間供用される間に水や酸素の他、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、ばい塵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（顔料がチョーク（白墨）のような粉状になって顕れる現象）、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剥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。 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。 写真 2.1.9 塗膜が劣化し剥離した扉体下部 (2) 合成ゴムの劣化 合成ゴムは環境の影響を受け易く、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。 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。 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。 1) 合成ゴム表面からの添加物の析出による劣化 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。 しかし、合成ゴムを長期に亘り放置すると、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、粉末が析出すると合成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。 2) 外部因子作用による劣化 ゴム堰の袋体や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僅かに生じている。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ながら劣化は絶えず進行していると思って間違いない。

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。

(3) ゴム引布の劣化

ゴム引布は、強度部材である織布が外層ゴムにより被覆される構造である。外層ゴムにクラック等が生じない限りは、紫外線及びオゾンによる強度低下を考慮する必要はない。しかし、長期使用する場合は気温変化や水中使用による化学変化、起伏操作に伴う繰り返し疲労によりゴム引布の経年的な強度低下が予想される。

また、袋体のゴム引布には荷重がほぼ定常的に作用するため、クリープによる強度の低下が懸念される。

既設ゴム堰の現地暴露試験から作成したゴム引布の強度保持率曲線を図2.1.10に、ゴム引布のクリープ破断特性を図2.1.11に示す。(ゴム引布製起伏堰施設技術指針の4-10及び4-11頁より引用)

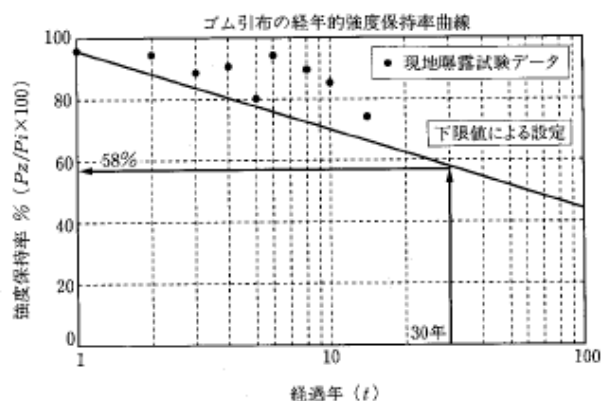


図 2.1.10 ゴム引布の強度保持率曲線

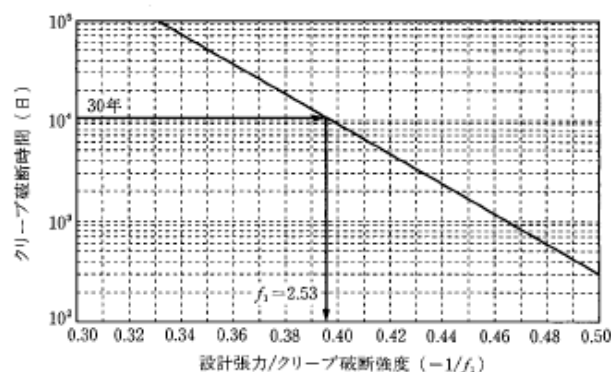


図 2.1.11 ゴム引布のクリープ破断特性

3. 機器・部品の参考耐用年数と保全方式

3. 1 機器・部品の参考耐用年数と保全方式

時間計画保全では、機器毎に部品交換の目安となる、標準的な年数を設定することが不可欠である。

これにより、機器の予防保全による効率的な長寿命化（ストックマネジメント）を図ることができる。

特に、状態監視による傾向管理が難しい機器・部品においては、設備の信頼性を維持するために時間計画保全（定期的な取替・更新）を実施することが必要となる。

各機器、部品の標準的な参考耐用年数を表 3.1.1 に示す。

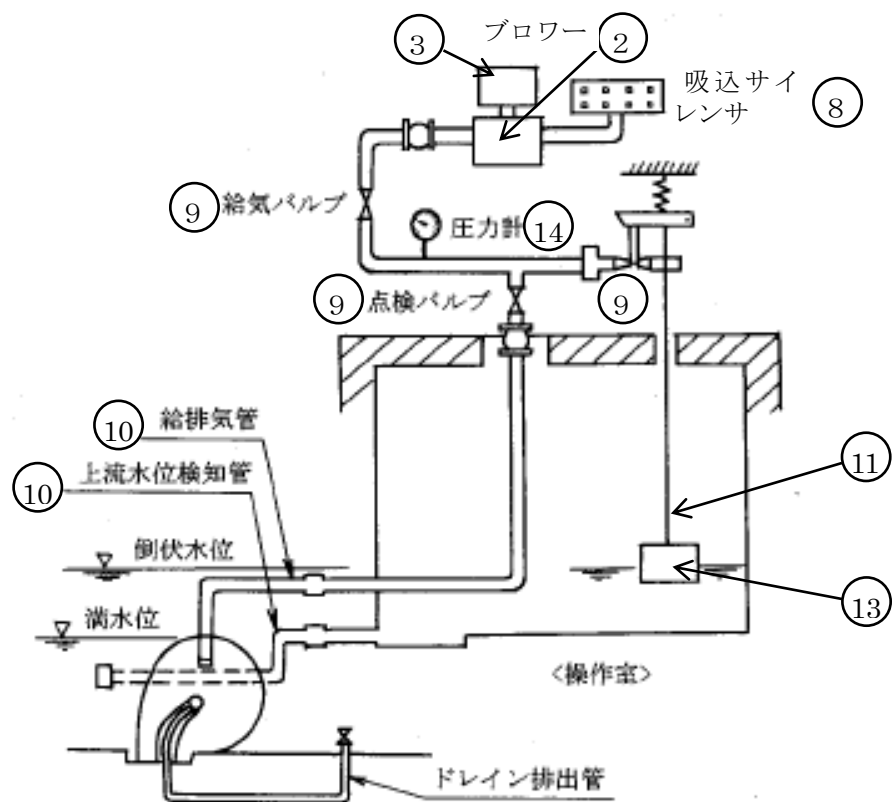
本表に示す参考耐用年数は、工種別編「頭首工（ゲート設備）」や、既存文献資料、機器メーカーへの聞き取り調査結果などから総合的に検討したものである。

これらの参考耐用年数は、あくまでも一般的な頭首工施設のゴム堰についての目安を示す。実際の設備、機器、部材の耐用年数は、設備が設置されている施設の使用状況（運転頻度）、保守管理状態、設置環境（水質等）等で異なる。実態を踏まえ、交換等の時期を判断することが必要である。

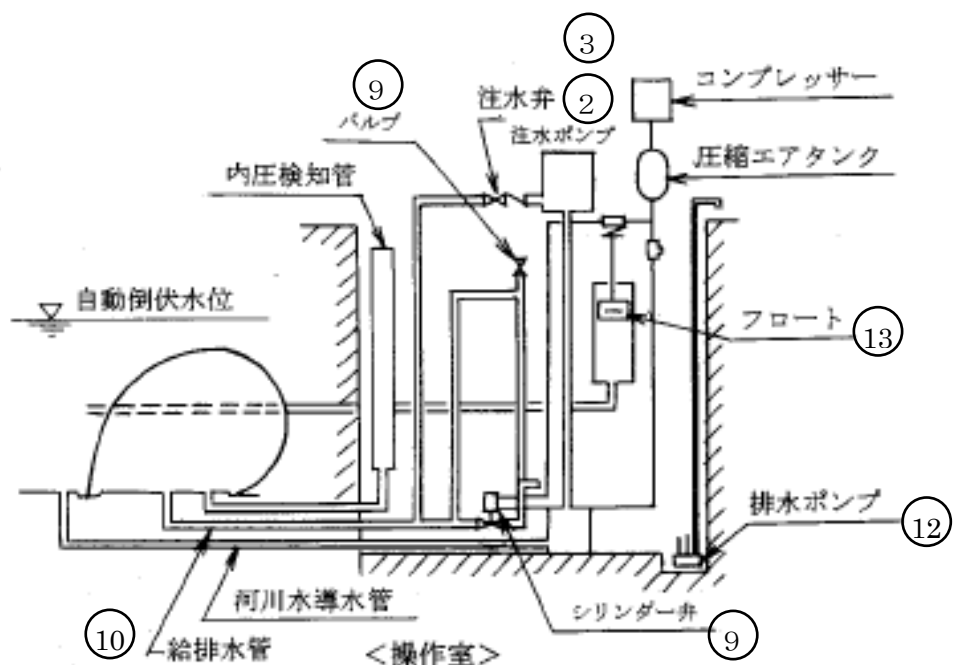
表 3.1.1 ゴム堰の参考耐用年数と保全方式

設備区分	形式	機器名	部品名	規格・材質（例）	参考耐用年数	保全方式	備考欄
袋体及び固定金具		袋体（本体）	①袋体	ゴム引布	30	CBM	
		固定金具	② 取付金具	SC、SCMn、SUS、FCD、SCS	40	CBM	
			③ 固定ボルト	SS、SUS	40	CBM	
		袋体、固定金具の構造					

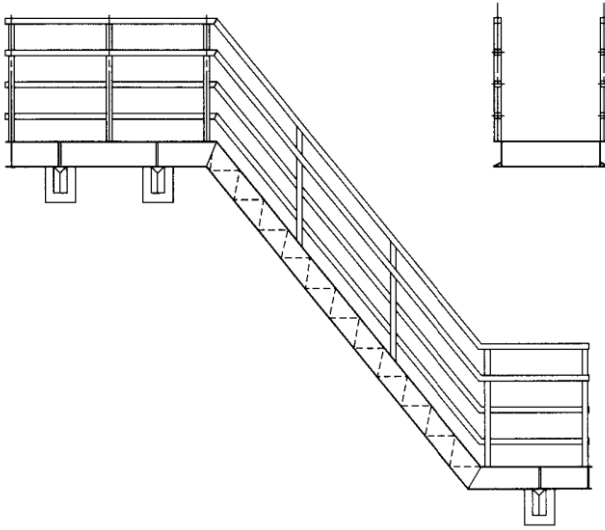
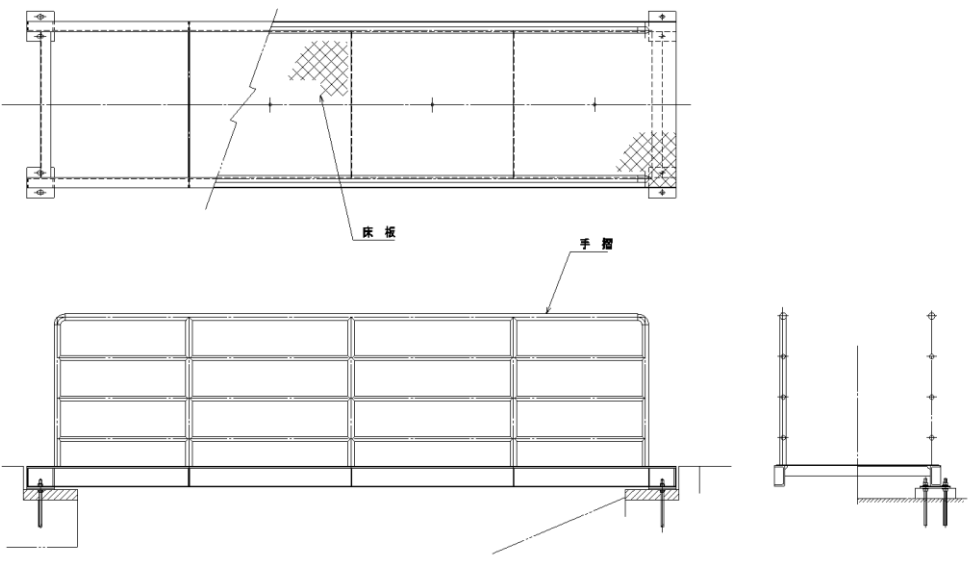
設備区分	形式	機器名	部品名		規格・材質（例）	参考耐用年数	保全方式	備考欄
操作装置	空気式又は水式	ブロワー	①			15	CBM	
		ポンプ	②			15	CBM	
		電動機	③			25	CBM	
		エンジン	④	エンジン		15	CBM	
			⑤	プラグ		5	CBM	
			⑥	エアクリーナ		5	CBM	
			⑦	Vベルト		5	CBM	
		吸込サイレンサ	⑧	ストレーナ		5	CBM	
		バルブ	⑨			15	CBM	
		配管	⑩		SUS	40	CBM	
		ワイヤロープ	⑪			15	CBM	
		水中ポンプ	⑫			10	CBM	
		自動倒伏装置	⑬	バケット、フロート		40	CBM	
		圧力計	⑭			10	TBM	
		過圧防止装置	⑮	水封管、U字管		40	CBM	
		水位計	⑯			10	TBM	
		操作装置（空気式）の構造例 1						



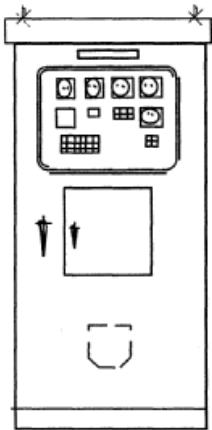
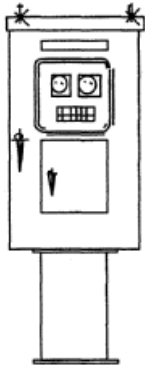
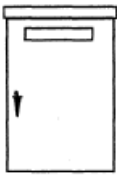
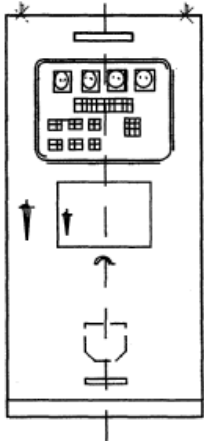
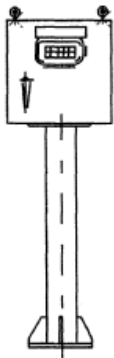
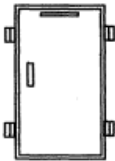
操作装置（空気式）の構造例 2



操作装置（水式）の構造例

設備区分	形式	機器名	部品名	規格・材質(例)	参考耐用年数	保全方式	備考欄
その他設備	付属設備	階段			40	CBM	
		手摺			40	CBM	
		 階段の構造					
	管理橋	本体			40	CBM	
		床版			40	CBM	
		手摺			40	CBM	
		亜鉛メッキ			40	CBM	
		 管理橋の構造					

※TBM：時間計画保全 CBM：状態監視保全PBM：通常事後保全

設備 区分	形 式	機器名	部品名	規格・材質(例)	参考 耐用年数	保全 方式	備考欄
機 側 操 作 盤		本体			20(15)	TBM	屋内(屋外)
		各機器	計器類(電圧計、電流計等)		10	TBM	
			開閉器類(電磁接触器等)		10	TBM	
			各種リレー		10	TBM	
			各種スイッチ		10	TBM	
			表示灯		10	PBM	
		 自立形  スタンド形 (屋外操作盤)  壁掛形  自立形  スタンド形 (屋内操作盤)  壁掛形 機側操作盤の構造・形式					

※TBM：時間計画保全 C BM：状態監視保全PBM：通常事後保全

4. 設備を構成する装置及び部位の機能・性能について

4. 1 ゴム堰の性能管理の考え方について

頭首工に設置するゲート設備であるゴム堰の詳細な要求性能は、河川法や河川管理施設等構造令、各種基準類、共通仕様書などに示されており、これらの照査は、新規設置時には設計基準、設計技術指針、施工管理基準、検査基準等により、また維持管理時の照査は、基幹水利施設指導・点検・整備マニュアル、完成図書等により行っているところである（図 4. 1. 1 目的・機能・性能・新設時の照査の関係 参照）。

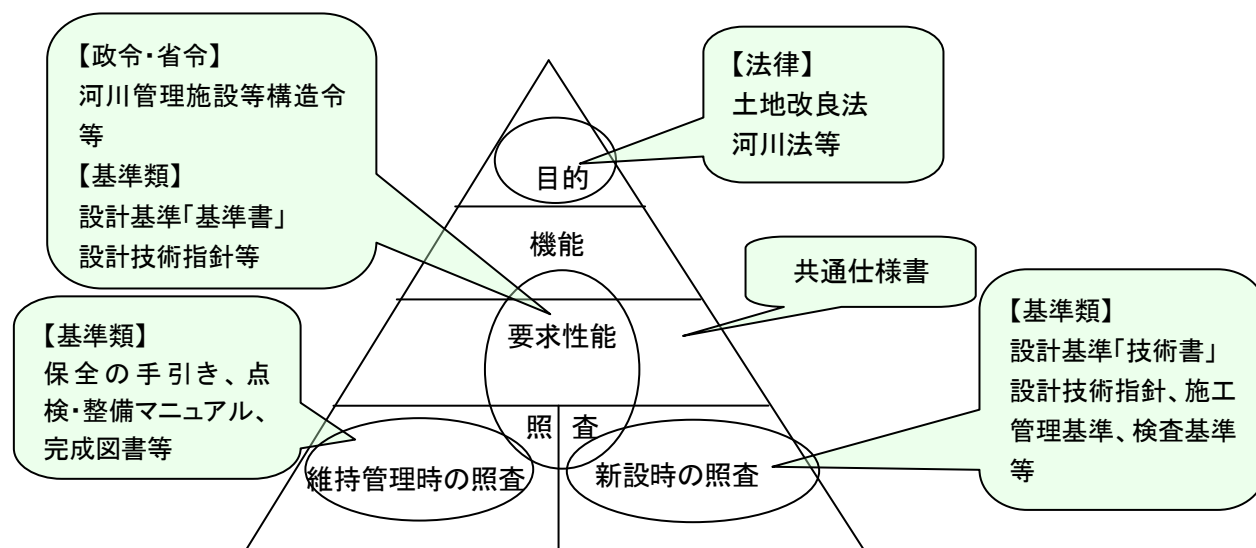


図 4. 1. 1 目的・機能・性能・新設時の照査の関係

本機能保全の手引きにおけるゴム堰の性能管理では、設備、装置、部位等の性能レベルを機能診断等において照査する。維持管理時の性能の限界値あるいは限界状態を下回った設備、装置、部位等を新設時の性能の限界値（限界状態）に性能を回復させることを基本としている（ただし、部分的な補修では、新設時の限界状態以上の性能回復はできない）。図 4. 1. 2 にこれらのゴム堰の性能管理の考え方を示す。このため、設備、装置、部位等の機能や要求性能はもとより、これらの性能の限界値を十分に理解しておく必要がある。詳細な装置、部位等の機能・性能の限界状態を表 4. 2. 1 に示す。

新設時と維持管理時の照査の比較

項・目	対象部位の例	新設時の照査指標例	維持管理時の照査指標例・
水利性	ゴム堰、制御設備	総合試運転	総合試運転
設備信頼性	ゴム堰、装置等	動作確実性（総合試運転）・機器・部品等（JIS・品質管理）、施工管理、動力の2重化等	動作確実性（総合試運転）・機器・部品等（耐用年数、使用時間、故障頻度）
構造安全性	装置、各部材等	部材選定（許容応力度）起伏能力等	ゴムの損傷、部材変形等
耐久性	各部材、部品等	腐食代、材質等	板厚測定、摩耗度合等
修復性	機器・部品等	国内調達、予備品数等	陳腐化、予備品数等

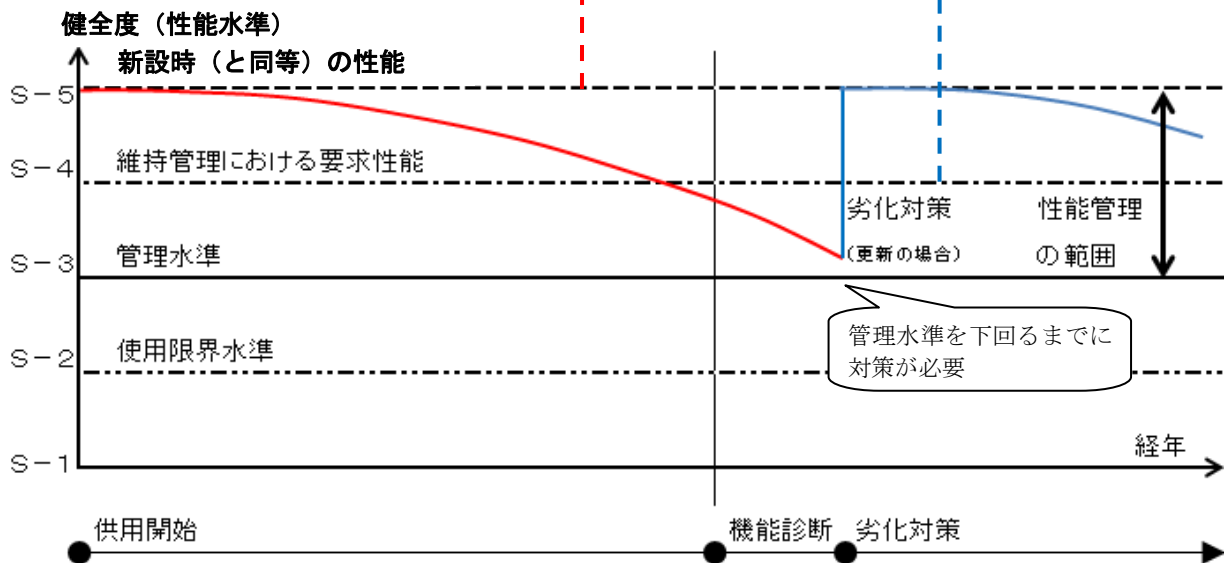


図 4.1.2 ゴム堰の性能管理の考え方

4. 2 装置・部位の機能・性能について

表 4.2.1 ゴム堰の機能と性能（部位別）

装置区分	形式	部 位 等		設備全体に対する機器の機能	主要要求性能（例）	問題となる現象（例）	性能限界（例）	対策方法（例）
設備全体	—	袋体・固定金具、操作装置、操作盤	—	起伏機能	構造安全性、水利性、設備信頼性、修復性、経路性等	起伏不能 機器の陳腐化 維持管理費の増大	故障等による倒伏不能状態 機器の陳腐化による修復不能状態 維持管理費の経年増によるライフサイクルコスト限界	全体更新、部分更新
袋体	—	袋体全体	—	水圧荷重を土木構造物に伝達する機能 止水機能	構造安全性、水利性、耐久性、修復性、環境性（景観性）	流水による振動の発生 Vノッチ現象 土砂等の堆積 袋体の摩耗、劣化進行	ゴム引布の劣化による強度不足 Vノッチ現象による越流水架の不連続（起伏時の過渡期を除く） 周辺景観に悪影響を及ぼす振動の発生 堆積による起伏不能 利水上支障となる漏水の発生 景観性の著しい悪化	更新、修理
固定金具	—	金具全体	—	袋体を河床に固定する機能 荷重をコンクリートに伝達する機能 止水機能	構造安全性（力学的安全性）、水利性（水密性）、耐久性、修復性	板厚減少による耐荷力、剛性の低下 漏水	板厚減少による耐荷力不足 過度の漏水の発生	修理又は交換
		①取付金具	a全体	荷重を固定ボルトに伝達する機能 水密を確保する機能	構造安全性（力学的安全性）、水利性、耐久性（耐摩耗性）	板厚減少による耐荷力、剛性の低下	板厚減少による耐荷力不足 過度の漏水の発生	交換
		②固定ボルト	aねじ部	荷重をコンクリートに伝達する機能 止水機能	構造安全性（力学的安全性）、水利性、耐久性（耐摩耗性）	断面減少による耐荷力の低下 締付力の低下	断面減少による耐荷力不足 過度の漏水の発生	増し締め又は交換
		③塗 装	a全体	母材を腐食から保護する機能	耐久性（耐腐食性）	材質劣化、摩耗、損傷による腐食の進行	広範囲での塗装の浮き、剥落の発生	塗り替え（ケレン及び塗料の選定）又は交換
起伏装置	空気式	操作装置全体	—	袋体の起伏に当たり給気・排気する機能	設備信頼性、修復性、耐久性（耐疲労性、耐摩耗性）	機器の陳腐化、維持管理費の増大	機器の陳腐化による修復不能状態、維持管理費の経年増によるライフサイクルコスト限界	更新、部位の交換・修理
		①ブローワー	a全体	空気を圧送して袋体を膨脹（起立）する機能	設備信頼性（動作確実性）	作動不良による起立不能、異常な温度上昇	所用の圧力、吐出量が発生できない	部品交換又は本体交換
		②電動機	a全体	動力を発生させ、力をブローワーに伝える機能	設備信頼性（動作確実性） 耐久性（耐疲労性、耐摩耗性）	作動不良による起立不能、異常な温度上昇	所要のトルクを発生できない 温度上昇が許容値を超えている	部品交換又は本体交換
			b軸受部					
		③エンジン	a全体	動力を発生させ、力をブローワーに伝える機能	設備信頼性（動作確実性）、維持管理性（操作容易性）	作動不良による起立不能	所要のトルクを発生できない 始動しない	部品交換又は本体交換
		④ベルト	a全体	電動機又はエンジンのトルクをブローワーに伝える機能	設備信頼性（動作確実性、耐荷性）、耐久性（耐摩耗性）	ベルトの緩みによる振動の発生、摩耗の増大・破断	異常振動の発生 起立不能	交換
		⑤吸込サイレンサ	a全体	ブローワーの吸気音を低減する機能 袋体へ供給する空気から異物を除去する機能	設備信頼性（動作確実性）	吸気音が低減できない 目詰まりして起立時間が長くなる	吸気音が低減できない ブローワーの吐出量が確保できない	部品交換又は本体交換
			bストレーナ					
		⑥バルブ	a全体	配管内の空気の通過又は遮断する機能	設備信頼性（動作確実性）、耐久性（耐腐食性）	作動不良による起伏不能、袋体の形状保持不能	正常に作動しない 気（水）密が確保できない	部品交換又は本体交換
		⑦配管	a全体	膨脹媒体を袋体へ給排気する機能	耐久性（耐腐食性）	漏れによる起立不能	腐食、変形による膨脹媒体の漏れが発生する	修理又は交換
		⑧機械台	a全体	各機器間隔を正常に保つ機能	構造安全性（力学的安全性）	変形による起伏不能	操作装置が正常に作動しない	修理又は交換
		⑨塗 装	a全体	母材を腐食から保護する機能	耐久性（耐腐食性）	腐食による母材損傷	広範囲での塗装の浮き、剥落の発生	塗り替え（ケレン及び塗料の選定）又は装置交換

装置区分	形式	部 位 等		設備全体に対する機器の機能	主な要求性能 (例)	問題となる現象 (例)	性能限界(例)	対策方法(例)
起 伏 装 置	水 式	操作装置全体	—	袋体の起伏に当たり給水・排水する機能	設備信頼性、修復性、耐久性(耐疲労性、耐摩耗性)	機器の陳腐化、維持管理費の増大	機器の陳腐化による修復不能状態、維持管理費の経年増によるライフサイクルコスト限界	更新、部位の交換・修理
		①ポンプ	a全体	水を圧送して袋体を膨脹(起立)する機能	設備信頼性(動作確実性)	作動不良による起立不能、異常な温度上昇	所用の圧力、吐出量が発生できない	部品交換又は本体交換
		②電動機	a全体	動力を発生させ、力をポンプに伝える機能	設備信頼性(動作確実性) 耐久性(耐疲労性、耐摩耗性)	作動不良による起立不能、異常な温度上昇	所要のトルクを発生できない。温度上昇が許容値を超えている。	部品交換又は本体交換
			b軸受部					
		③エンジン	a全体	動力を発生させ、力をポンプに伝える機能	設備信頼性(動作確実性)、維持管理性(操作容易性)	作動不良による起立不能	所要のトルクを発生できない。始動しない	部品交換又は本体交換
		④ベルト	a全体	電動機又はエンジンのトルクをポンプに伝える機能	設備信頼性(動作確実性、耐荷性)、耐久性(耐摩耗性)	ベルトの緩みによる振動の発生、摩耗の増大・破断	異常振動の発生、起立不能	交換
		⑤バルブ	a全体	配管内の水の通過又は遮断する機能	設備信頼性(動作確実性)、耐久性(耐腐食性)	作動不良による起伏不能、袋体の形状保持不能	正常に作動しない 水密が確保できない	部品交換又は本体交換
		⑥配管	a 全体	膨脹媒体を袋体に給排水する機能	耐久性(耐腐食性)	漏れによる起立不能	腐食、変形による膨脹媒体の漏れが発生する	修理又は交換
		⑦機械台	a全体	各機器間隔を正常に保つ機能	構造安全性(力学的安全性)	変形による起伏不能	操作装置が正常に作動しない	修理又は交換
		⑧塗 装	a 全体	母材を腐食から保護する機能	耐久性(耐腐食性)	腐食による母材損傷	広範囲での塗装の浮き、剥落の発生	塗り替え(ケレン及び塗料の選定)又は装置交換

装置区分	形式	部 位 等		設備全体に対する機器の機能	主な要求性能 (例)	問題となる現象 (例)	性能限界(例)	対策方法(例)
自動倒伏装置	—	①バケット	a 全体	倒伏水位になったことを検出する機能	設備信頼性(動作確実性)、耐久性(耐腐食性)	倒伏不能	正常に作動しない 水を貯留できない	修理又は交換
		②フロート	a 全体	倒伏水位になったことを検出する機能	設備信頼性(動作確実性)、耐久性(耐腐食性)	倒伏不能	正常に作動しない 浮力が不足する	修理又は交換
		③ワイヤロープ	a全体	バケット又はフロートの移動をバルブに伝達する機能	設備信頼性(動作確実性、耐荷性)、耐久性(耐摩耗性)	素線切れ、変形等による動作不良、腐食	基準値を超える素線切れ、摩耗によるロープ径の減少、キンク、形くずれ、異常な腐食等	交換、給油
		④バルブ	a全体	配管内の空気(水)の通過又は遮断する機能	設備信頼性(動作確実性)、耐久性(耐腐食性)	作動不良による倒伏不能、袋体の形状保持不能	正常に作動しない 気(水)密が確保できない	部品交換又は本体交換
		⑤配管	a 全体	袋体の内圧を伝達する機能	耐久性(耐腐食性)	漏れによる圧力伝達不能	腐食、変形による膨脹媒体の漏れが発生する	修理又は交換
内圧検知装置	—	①ブルドン管圧力計	a全体	袋体の内圧を表示する機能	設備信頼性(動作確実性)	作動不良による異常表示	過度な誤差の発生	交換
		②圧力伝送装置	a全体	袋体の内圧を電気信号に変換し送信する機能	設備信頼性(動作確実性)	作動不良による異常信号又は送信不能	過度な誤差の発生又は送信不能	交換
		③配管	a 全体	袋体の内圧を伝達する機能	耐久性(耐腐食性)	漏れによる圧力伝達不能	腐食、変形による膨脹媒体の漏れが発生する	修理又は交換
過圧防止装置	—	①過圧防止装置全体	—	袋体の内圧を一定の圧力以下に維持する機能	設備信頼性(動作確実性)	機器の陳腐化、維持管理費の増大	機器の陳腐化による修復不能状態、維持管理費の経年増によるライフサイクルコスト限界	更新、部位の交換・修理

装置区分	形式	部 位 等		設備全体に対する機器の機能	主要要求性能(例)	問題となる現象(例)	性能限界(例)	対策方法(例)
排水装置	—	①水中ポンプ	a 全体	ビット内の貯留水を排出する機能	設備信頼性(動作確実性)、耐久性(耐腐食性、耐摩耗性)	作動不良による排水不能	吐出量の減少	修理又は交換
		②水位計	a 全体	ビット内の水位を検出する機能	設備信頼性(動作確実性)	作動不良による排水不能	所定の水位で検出しない	調整、修理又は交換
		③配管	a 全体	水中ポンプの吐出水を堰柱外へ排水する機能	耐久性(耐腐食性)	漏れや目詰まりによる排水不能	漏れや目詰まりが発生する	修理又は交換

装置区分	形式	部 位 等		設備全体に対する機器の機能	主要要求性能(例)	問題となる現象(例)	性能限界(例)	対策方法(例)
機側操作盤		機側操作盤全体	—	開閉装置に信号を送り制御する機能	設備信頼性、修復性、耐久性(耐疲労性)	機器の陳腐化、維持管理費の増大	機器の陳腐化による修復不能状態、維持管理費の経年増によるライフサイクルコスト限界	更新、部品の交換、修理
		計器類(電圧計、電流計等)	a 全体	各位の状態を計測表示する機能	設備信頼性(動作確実性)	破損、作動不良による表示不能、指示計値の異常	機器が作動せず正確な測定値を表示できない	部品交換
		開閉器類(電磁接触器等)	a 全体	各位の状態を計測表示する機能	設備信頼性(動作確実性)	破損、作動不良による開閉不能	機器が作動せず操作が行えない	部品交換
		各種リレー	a 全体	各信号を伝達保持する機能	設備信頼性(動作確実性)	破損等による作動不良	機器が作動せず操作が行えない	部品交換
		各種スイッチ	a 全体	各信号状態を作動する機能	設備信頼性(動作確実性)	破損等による作動不良	機器が作動せず操作が行えない	部品交換
		盤面表示灯	a 全体	各状態信号を表示する機能	設備信頼性(動作確実性)	破損、ランプ切れによる作動不良	ランプ切れ作動しない	部品交換