農業水利施設の機能保全の手引き

「除塵設備」

【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･･･ 11
３．１　機器・部品の参考耐用年数と保全方式･･･ 11

４．設備を構成する装置及び部位の機能・性能について ･････････････････････････････････････ 19
４．１　除塵設備の性能管理の考え方について･･･ 19
４．２　装置・部位の機能・性能について･･･ 21

５．現地調査･･･ 27
５．１　現地調査箇所･･･ 27
５．２　機能診断（概略）調査表及び解説･･･ 35
５．３　機能診断（詳細）調査表及び解説･･･ 73
５．４　診断に必要な器具及び診断者･･･ 111

６．機能保全計画･･･ 120
６．１　機能保全計画を検討する期間･･･ 120
６．２　機能診断コストの対象となる経費･･･ 121
６．３　将来に発生する費用の現在価値化･･･ 121
６．４　残存価値･･･ 122
６．５　シナリオの設定と機能保全コスト比較の検討例･････････････････････････････････････ 123

７．参考文献･･･ 129

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、桁材など重要部材の変形を例にみた場合でも、局部座屈に繋がるような重大な変形なのか、機能・性能に影響を及ぼさない箇所の変形なのか等)。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）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。

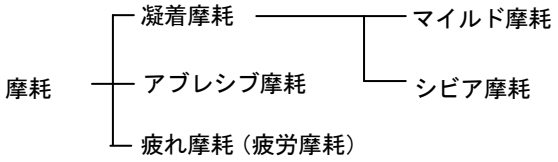


図 2.1.1 摩耗の種類

（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変わる。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。

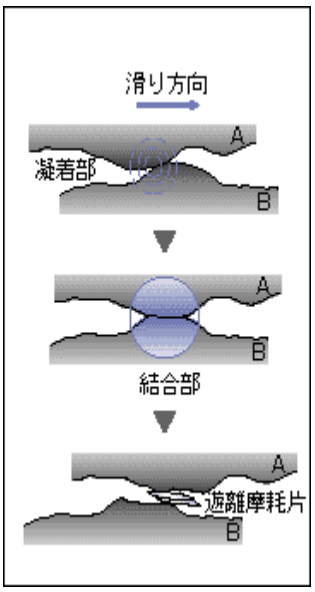


図 2.1.2 凝着説による個体摩耗

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。

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

頭首工の除塵設備に設置されたレーキチェーンのローラが、腐食等により回転しないため生じた摩耗の例

写真 2.1.1　除塵機のレーキチェーン、ローラ摩耗

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 2.1.3）という。

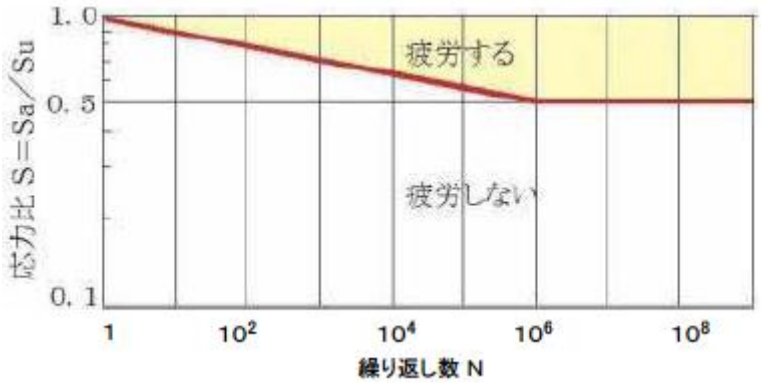


図 2.1.3　Ｓ－Ｎ曲線の例

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、この線の下の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・電気的要因
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。

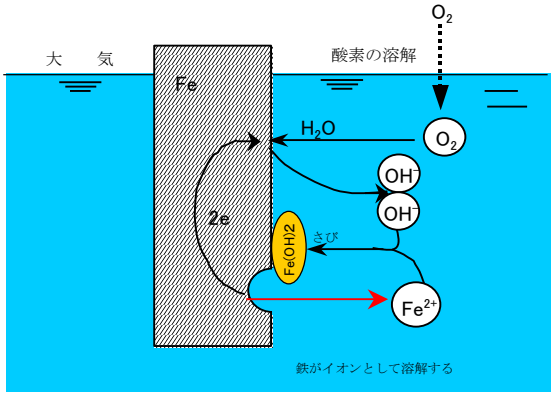


図 2.1.4 腐食のメカニズム

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。

（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。

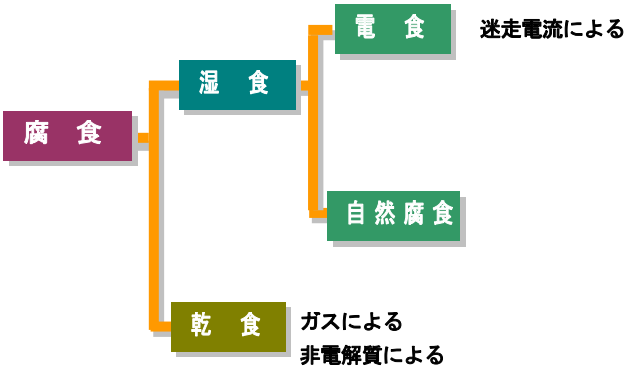


図 2.1.5 鉄の腐食の種類

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。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。

写真 2.1.2 腐食による板厚測定

（３）事例

除塵設備の腐食状況例を**写真 2.1.3** 及び**写真 2.1.4** に示す。

写真 2.1.3　レーキの腐食

写真 2.1.4　スクリーンの腐食

劣化要因種別	化学・電気的要因
劣化内容	絶縁低下

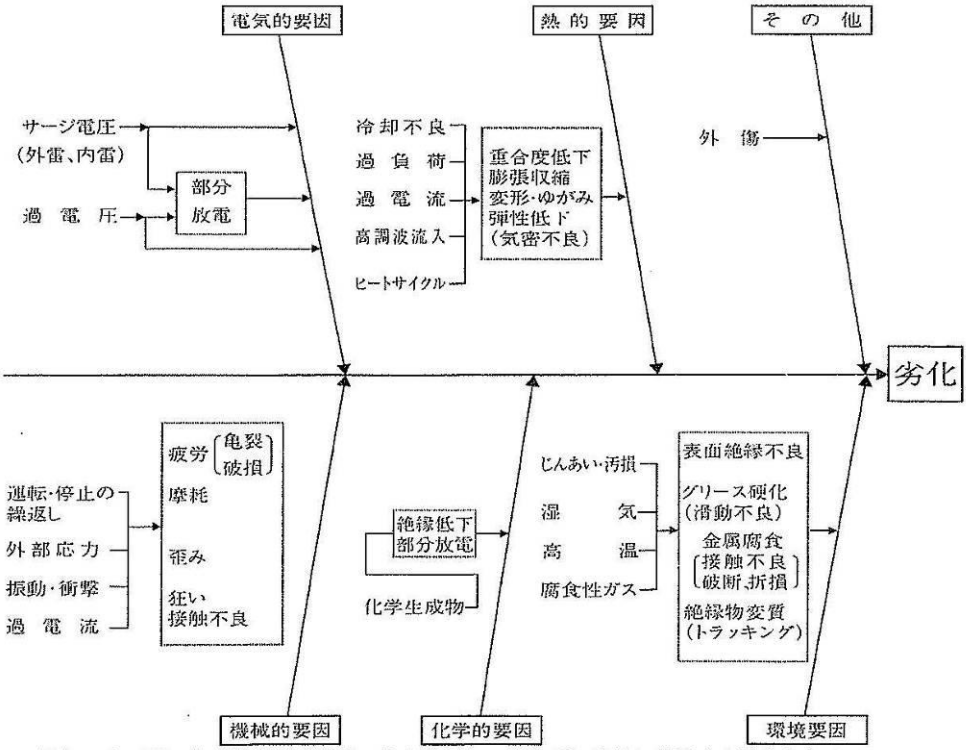
（１）メカニズム

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（電線路やモーター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 2.1.6　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）

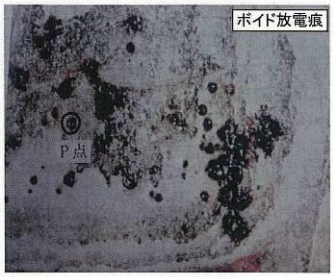


写真 2.1.5　電動機固定子コイルの絶縁損耗の例

劣化要因種別	化学・電気的要因
劣化内容	その他の腐食

（１）異種金属間接触

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気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。

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(不働態)
	18-8 ステンレス鋼(不働態)
高	チタン

表 2.1.1　海水中における金属の電位の順

（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。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 2.1.6** 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。

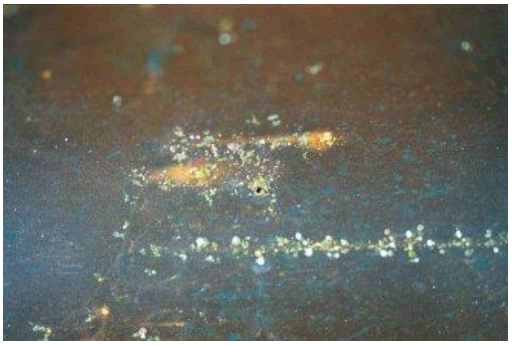


写真 2.1.6　孔食の事例

（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、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。

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。

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、煤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 2.1.7　塗膜が劣化し剥離した除塵機

（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。

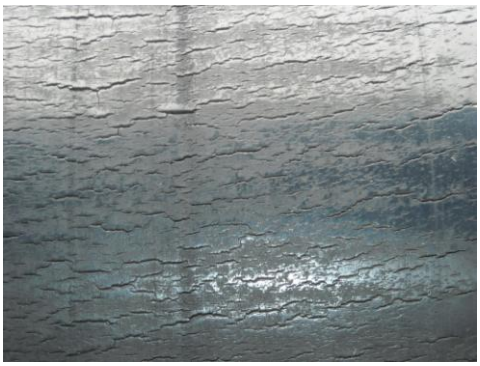


写真 2.1.8　コンベアベルトが劣化した事例

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、粉末が析出するとベルト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

除塵設備のコンベア用ベルト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も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．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。

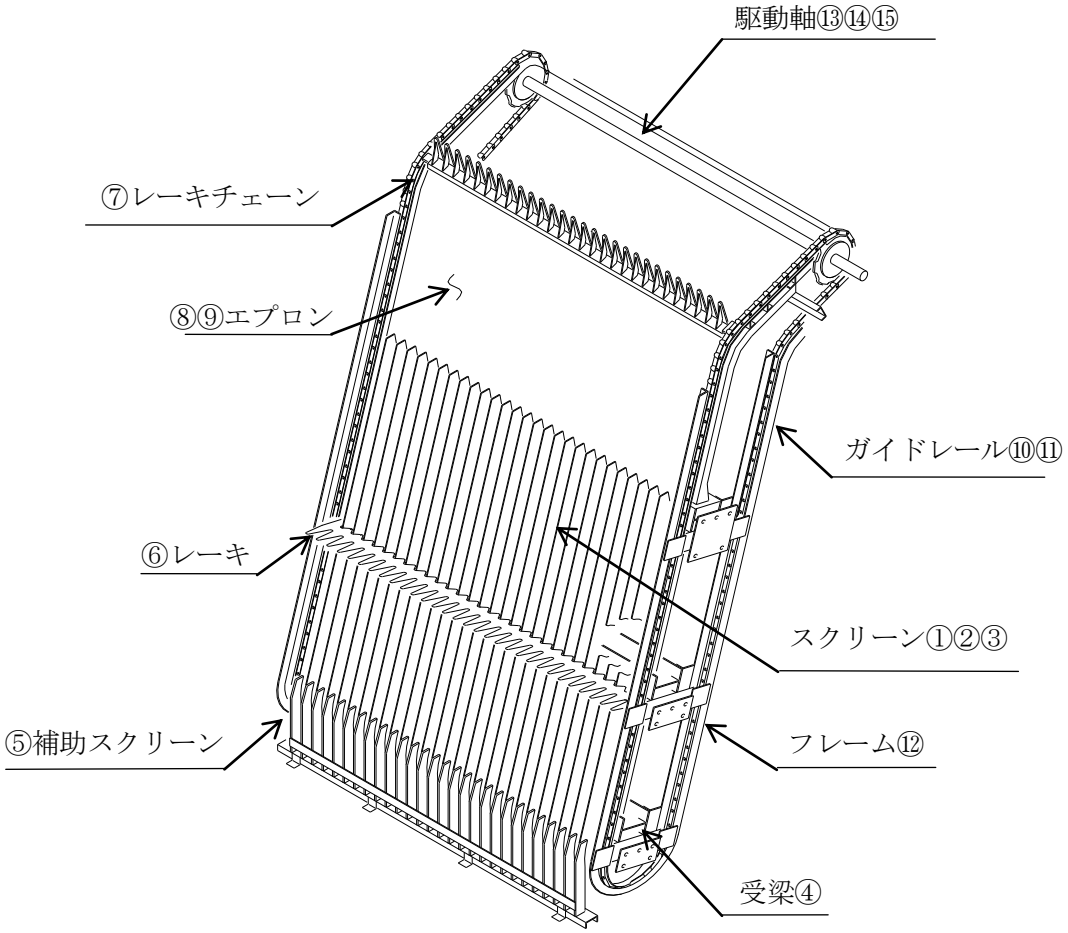
本表に示す参考耐用年数は、機器メーカーへの耐用年数に関するアンケート調査結果などから総合的に検討したものである。

これらの参考耐用年数は、あくまでも一般的な頭首工、用・排水機場、用・排水路、取水口の除塵設備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　除塵設備の参考耐用年数と保全方式

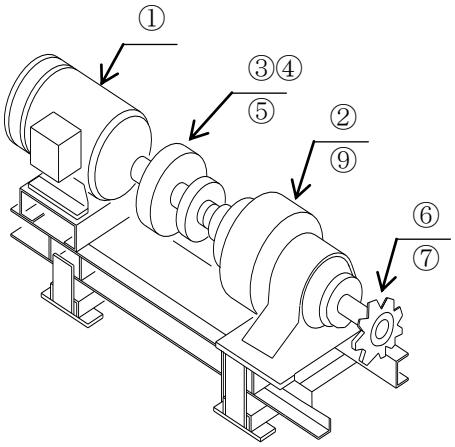
設備区分	装置	機器・部材	部品		規格・材質（例）	参考耐用年数	保全方式	備考欄
除塵設備	スクリーン	スクリーン	①	スクリーンバー	SUS	40	CBM	
			②	通しボルトナット	SUS	40	CBM	
			③	ディスタンスピース	SUS	40	CBM	
		受梁	④		SUS	40	CBM	
		補助スクリーン	⑤		SUS	40	CBM	
	除塵機	レーキ	⑥		SUS	40	CBM	
		レーキチェーン	⑦		SUS	10	CBM	
		エプロン	⑧	エプロン	SUS	40	CBM	
			⑨	軸カバー	SUS	40	CBM	
		ガイドレール	⑩	ガイド	SUS	40	CBM	
			⑪	レール	SUS	20	CBM	
		フレーム	⑫		SUS	40	CBM	
		駆動軸	⑬	軸	S-C、SS	25	CBM	
			⑭	スプロケット	FCD	15	CBM	
			⑮	軸受		15	CBM	

※　ＣＢＭ：状態監視保全


駆動軸⑬⑭⑮
⑦レーキチェーン
⑧⑨エプロン
ガイドレール⑩⑪
⑥レーキ
スクリーン①②③
⑤補助スクリーン
フレーム⑫
受梁④

回動式除塵機の構造

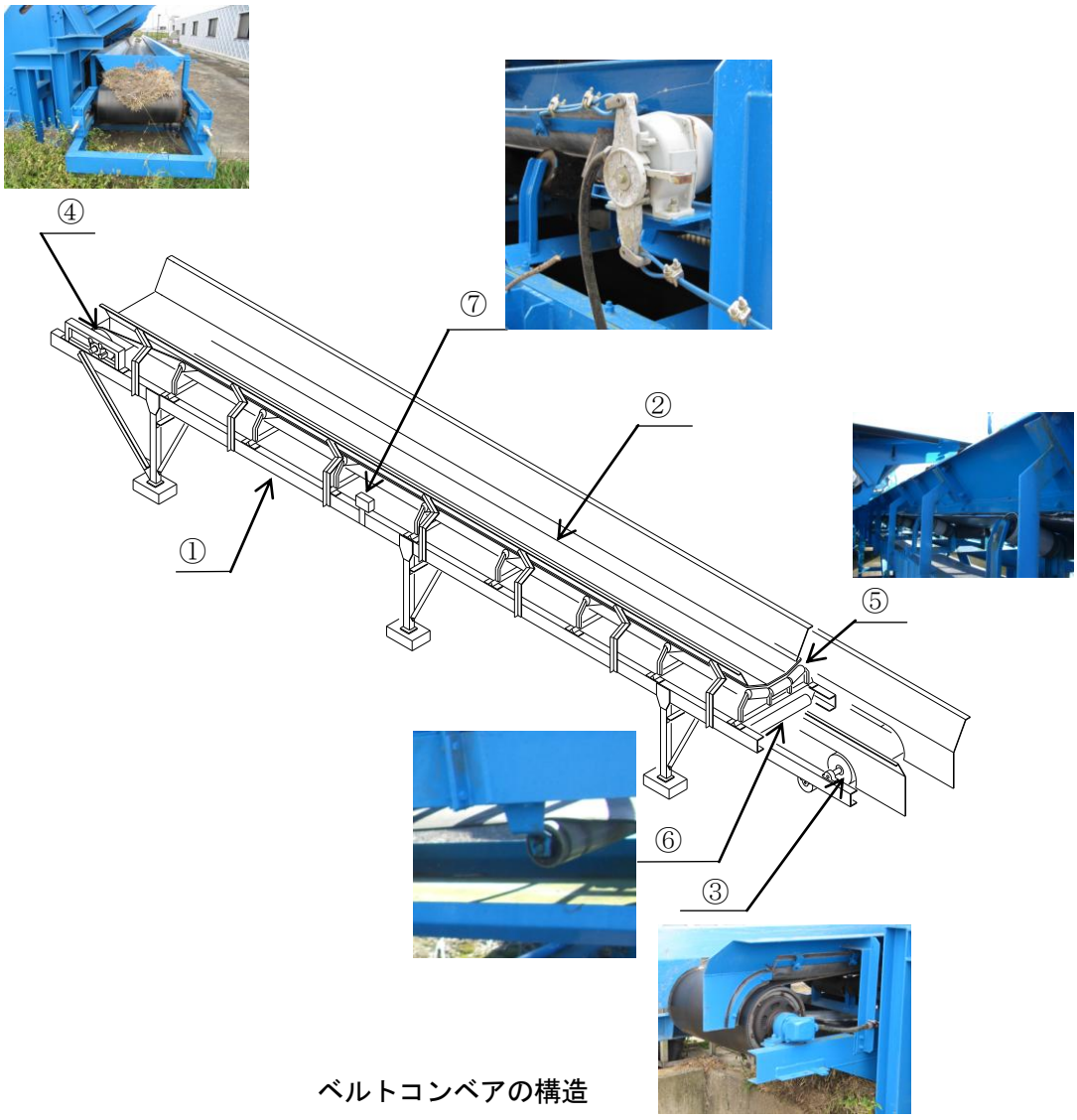
設備区分	装置	機器・部材	部　　品		規格・材質（例）	参考耐用年数	保全方式	備考欄
駆動装置	レーキ回動式	電動機	①			25	CBM	
		減速機	②			25	CBM	
		継手	③	流体継手		25	CBM	
			④	粉体継手		10	CBM	
			⑤	チェーン継手 ギヤ継手		25	CBM	
		チェーン	⑥			15	CBM	
		スプロケット	⑦			15	CBM	
		位置リミットスイッチ	⑧			10	TBM	
		過負荷検出装置	⑨			20	TBM	サイクロ減速機に内蔵
		※　ＣＢＭ：状態監視保全　ＴＢＭ：時間計画保全　ＰＢＭ：通常事後保全						



駆動装置の構造

設備区分	装置	機器・部材	部　　品		規格・材質（例）	参考耐用年数	保全方式	備考欄
搬出装置	ベルトコンベヤ	フレーム	①			25	CBM	
		ベルト	②			10	CBM	
		駆動プーリ	③			20	CBM	
		従動プーリ	④			25	CBM	
		キャリアローラ	⑤			10	PBM	
		リターンローラ	⑥			10	PBM	
		非常引綱スイッチ	⑦			10	TBM	

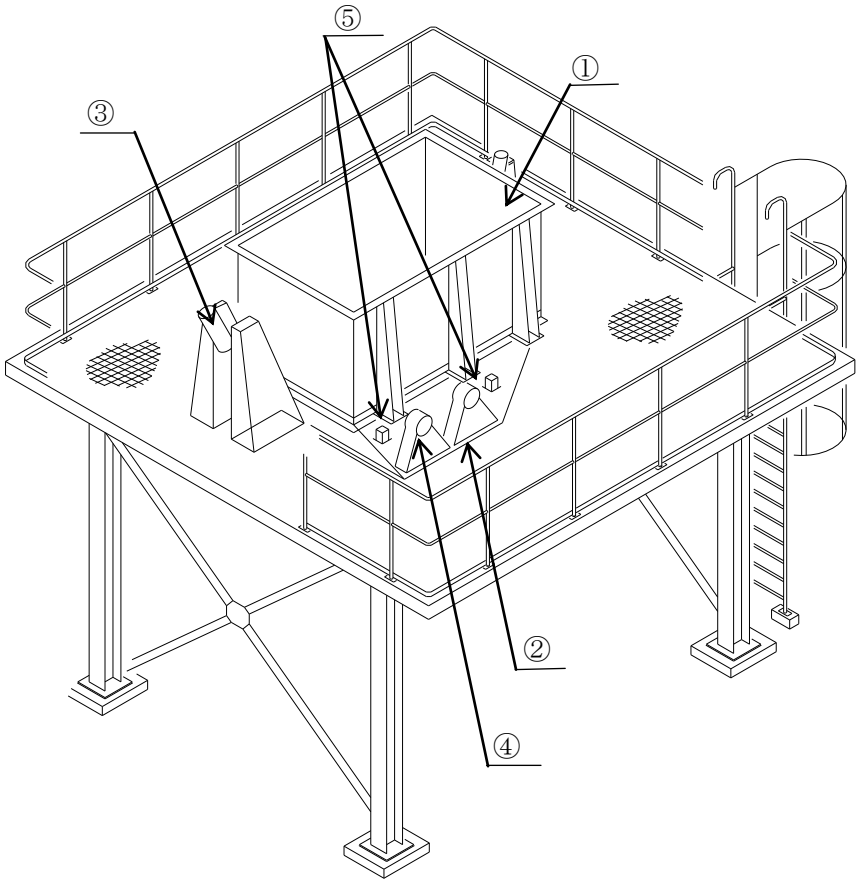
※　ＣＢＭ：状態監視保全　　ＴＢＭ：時間計画保全　　ＰＢＭ：通常事後保全



ベルトコンベアの構造

設備区分	装置	機器・部材	部　　品		規格・材質（例）	参考耐用年数	保全方式	備考欄
貯留装置	カットゲート式ホッパ	ホッパ本体	①			25	CBM	
		ゲート	②			25	CBM	
		電動シリンダ	③			15	CBM	
		軸受	④			20	CBM	
		リミットスイッチ	⑤			10	TBM	

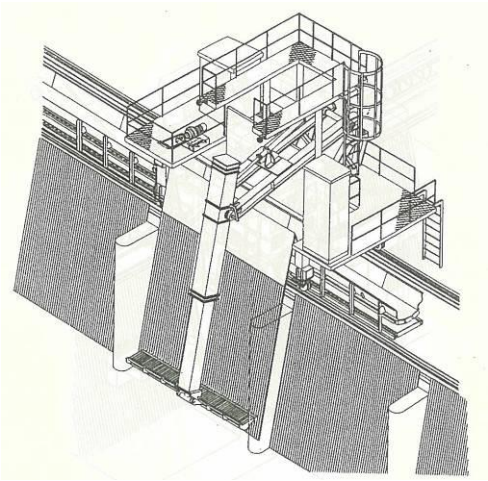
※　ＣＢＭ：状態監視保全



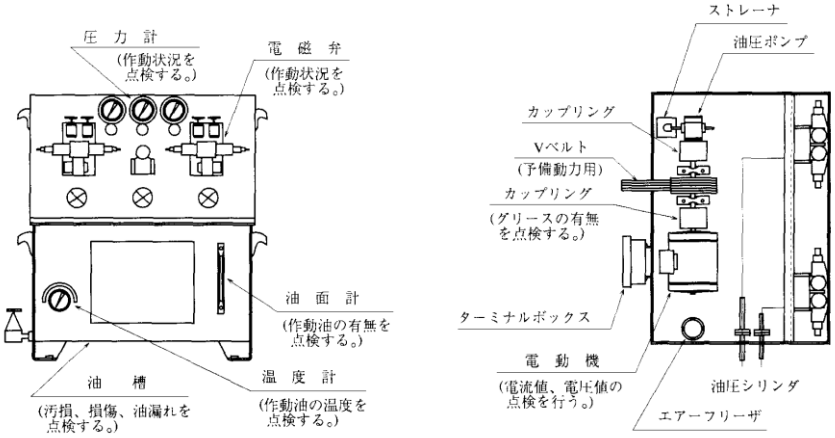
ホッパの構造

設備区分	装置	機器・部材	部　　品	規格・材質（例）	参考耐用年数	保全方式	備考欄
駆動装置	油圧式	油圧ユニット	油圧ユニット本体		25	CBM	タンクがステンレスの場合
			油圧ポンプ		15	PBM	
			電動機		25	CBM	
			バルブ（電磁弁等）		15	CBM	
			バルブ(リリーフ弁等)		15	CBM	
			バルブ(チェック弁等)		15	CBM	
			計器		10	PBM	
			フレキシブルホース		10	PBM	
			フィルターエレメント		10	PBM	
			アキュムレータ		15	PBM	
		油圧シリンダ	シリンダ本体		30	CBM	ロッドがステンレスの場合
			シリンダパッキン		10	CBM	
		油圧配管			20	CBM	普通鋼の場合
		潤滑油			3	PBM	
		油圧作動油			5	PBM	

※　ＣＢＭ：状態監視保全　ＰＢＭ：通常事後保全

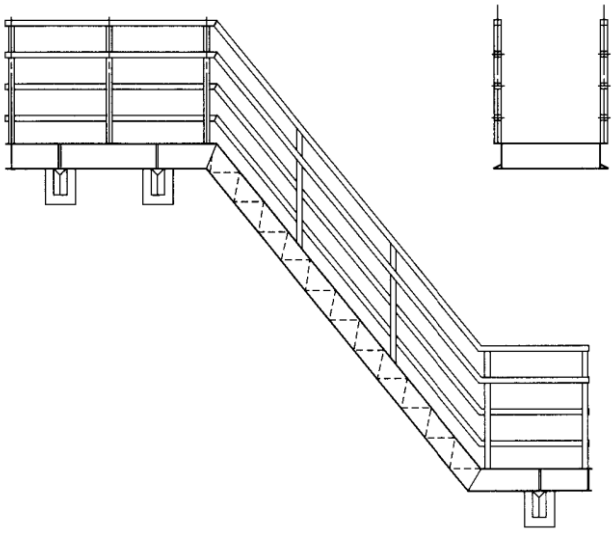


レーキ昇降装置の構造

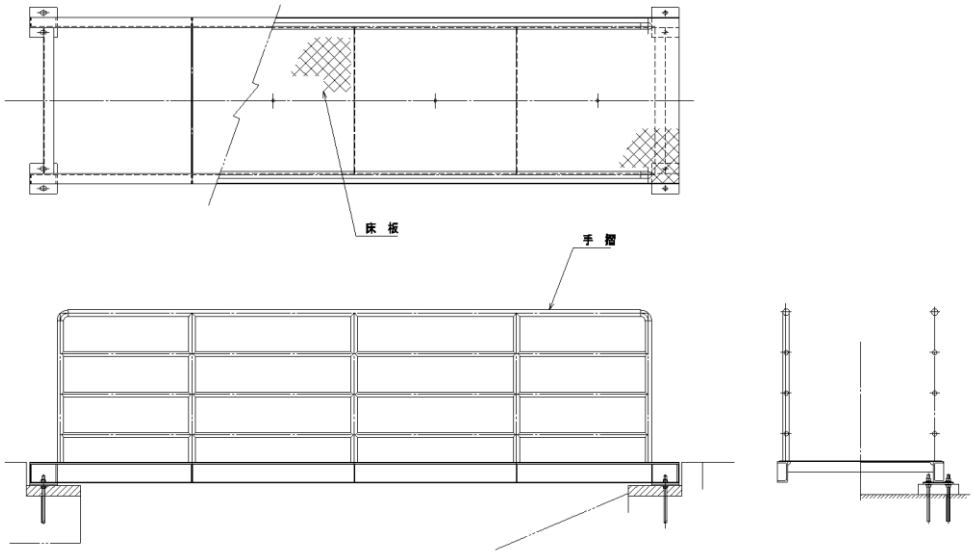


油圧ユニットの構造例

設備区分	装置	機器・部材	部　　品	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	
		手すり			40	CBM	
		※　ＣＢＭ：状態監視保全					
	管理橋	本体			40	CBM	
		床版			40	CBM	
		手摺			40	CBM	
		亜鉛メッキ			40	CBM	
		※　ＣＢＭ：状態監視保全					



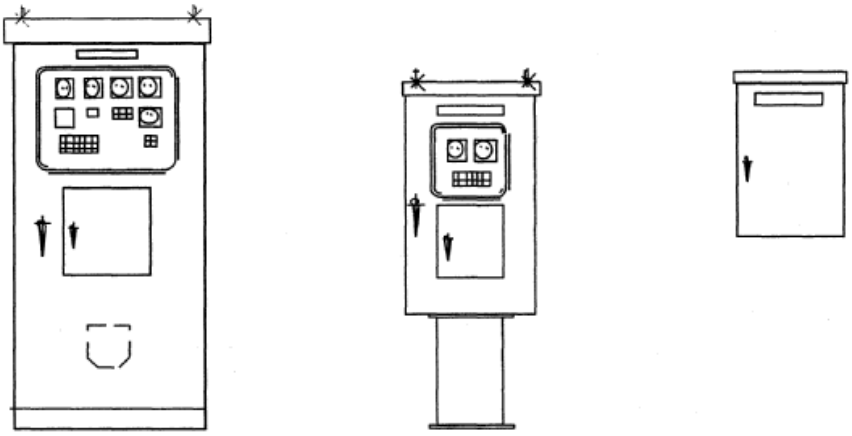
階段の構造



管理橋の構造

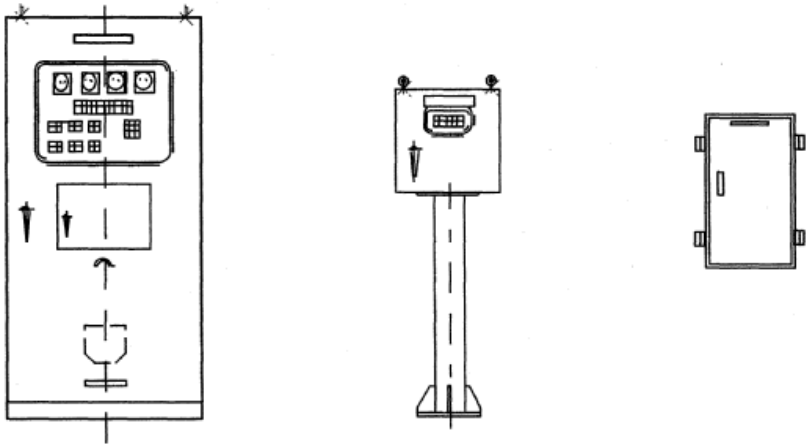
設備区分	装置	機器・部材	部　　品	規格・材質（例）	参考耐用年数	保全方式	備考欄
機側操作盤		本体			20(15)	TBM	屋内（屋外）
		各機器					
			計器類（電圧計、電流計等）		10	TBM	
			駆動器類（電磁接触器等）		10	TBM	
			各種リレー		10	TBM	
			各種スイッチ		10	TBM	
			表示灯		10	PBM	

※　ＴＢＭ：時間計画保全　ＰＢＭ：通常事後保全



自立形　　スタンド形　　壁掛形

（屋外操作盤）



自立形　　スタンド形　　壁掛形

（屋内操作盤）

機側操作盤の構造・形式

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　除塵設備の性能管理の考え方について

除塵設備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）。

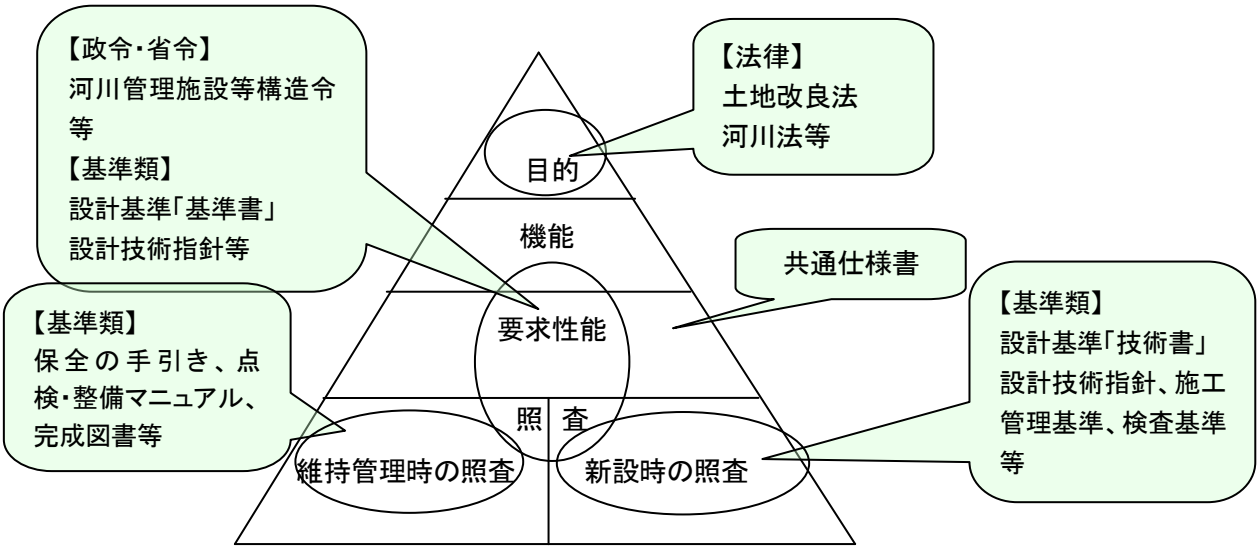


図4.1.1　目的・機能・性能・新設時の照査の関係

本機能保全の手引きにおける除塵設備の性能管理では、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、新規設置時の限界状態以上の性能回復はできない）。**図 4.1.2** にこれらの除塵設備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	除塵設備	総合試運転	総合試運転
設備信頼性	除塵設備、装置等	動作確実性（総合試運転）、機器部品等（JIS等品質管理）、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） 揚揚能力等	板厚測定、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

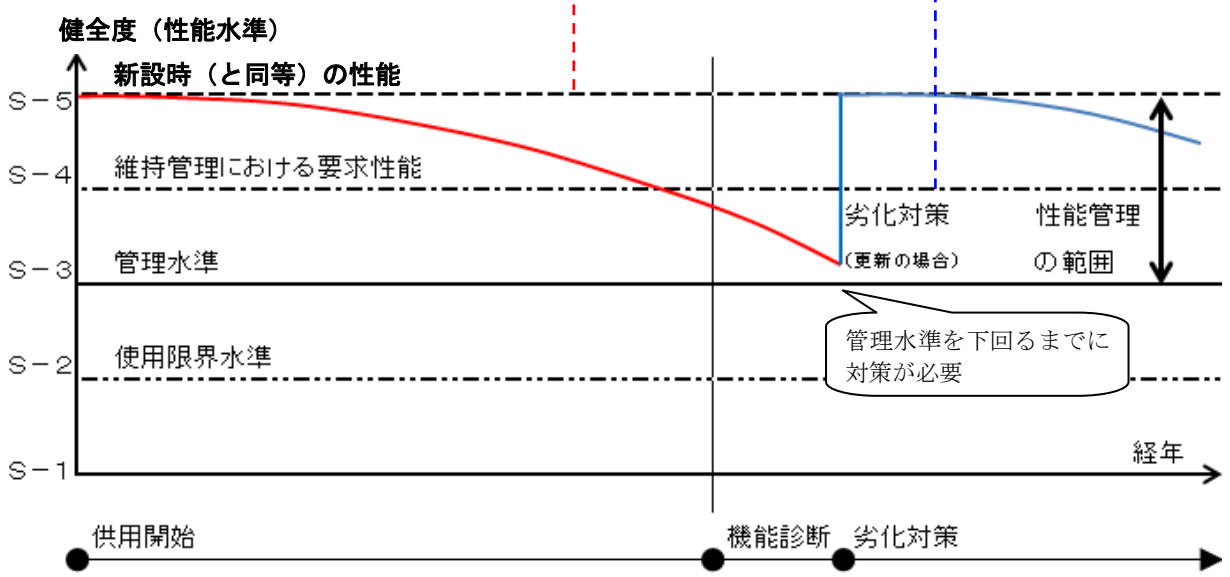


図 4.1.2　除塵設備の性能管理の考え方

４．２　装置・部位の機能・性能について

表 4.2.1　除塵設備の機能と性能（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	主な要求性能（例）	問題となる現象（例）	性能限界（例）	対策方法（例）
設備全体	－	スクリーン、除塵機、コンベヤ、ホッパ、操作盤	－	除塵機能、搬送機能、貯留機能、搬出機能	構造安全性、水利性、設備信頼性、修復性、経済性等	駆動不能 機器の陳腐化 維持管理費の増大	故障等による駆動不能状態 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
スクリーン	－	スクリーンバー	－	塵芥を捕捉する機能、荷重を受け桁に伝達する機能	水利性、構造安全性(力学的安全性) 耐久性(耐腐食性)	水位差の増加、腐食による板厚減少	設計水位差を超える状態、板厚減少による強度不足	部分修理、交換
		受桁	－	荷重をコンクリートに伝達する機能	構造安全性(力学的安全性)、耐久性(耐腐食性)	腐食による板厚減少	板厚減少による強度不足	部分修理、交換
		⑨接合部	a 溶接 b ボルト、ナット	機器を固定し、荷重を伝達する機能	構造安全性(力学的安全性)、耐久性(耐疲労性)	ボルトゆるみ、脱落 溶接不良	ボルトの脱落による耐荷力不足の発生 外荷重、疲労による亀裂の発生	修理又は部品交換
除塵機	背面降下前面掻揚式	①レーキ	－	荷重をローラに伝達する機能、剛性を確保する機能	構造安全性(力学的安全性)、耐久性(耐腐食性)	腐食による板厚減少、塵芥の噛み込等よる部材の変形	板厚減少による、耐荷力・剛性不足の発生 操作に支障を及ぼす過度の変形の発生	当て板修理、レーキ取替
		②レーキチェーン	－	レーキに作用する荷重を支持する機能 レーキを駆動する機能	構造安全性(力学的安全性)、設備信頼性(動作確実性)、耐久性(耐腐食性)	腐食による板厚減少 腐食、摩耗、損傷によるローラの回転不良・チェーンの緩み	板厚減少による、耐荷力・剛性不足の発生 ローラの回転不良による操作不能 チェーンの緩みによるガタつき	交換
		③電動機	－	駆動力を発揮する機能	設備信頼性(動作確実性) 耐久性(耐疲労性、耐摩耗性)	作動不良による駆動不能、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	交換
		④駆動部	－	電動機のトルクをレーキチェーンに伝達する機能	構造安全性(力学的安全性) 耐久性	チェーンの緩みによる振動の発生、腐食等による回転不良	異常振動の発生 操作不能	部品交換又は全交換
		⑤ガイドレール	－	荷重を土木構造物に伝達する機能、ガイドする機能	構造安全性(力学的安全性) 耐久性	腐食による板厚減少 塵芥の噛み込等外的要因による部材の変形	板厚減少による、耐荷力・剛性不足の発生 操作に支障を及ぼす過度の変形の発生	当て板修理、取替
		⑥エプロン	－	塵芥をガイドする機能 塵芥を所定の位置に落下させる機能	構造安全性(力学的安全性) 耐久性(耐腐食性)	腐食による板厚減少 塵芥の噛み込等外的要因による部材の変形	変形による塵芥の上流側への落下 変形による塵芥の滞留	当て板修理、取替
		⑦フレーム	－	各機器間を正常に保つ機能、荷重を土木構造物に伝達する機能	構造安全性(力学的安全性)、耐久性(耐腐食性)	腐食による板厚減少	板厚減少による、耐荷力・剛性不足の発生	当て板修理、取替
		⑧接合部	a 溶接 b ボルト、ナット	機器を固定し、荷重を伝達する機能	構造安全性(力学的安全性)、耐久性(耐疲労性)	ボルトゆるみ、脱落 溶接不良	ボルトの脱落による耐荷力不足の発生 外荷重、疲労による亀裂の発生	修理又は部品交換
		⑨塗装	a 全体	母材の耐久性を確保する機能	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）
除塵機	移動式レーキアーム往復油圧式シリンダ式	①レーキ	－	塵芥・水圧による荷重を支持し、荷重をシリンダに伝達する機能 円滑な塵芥の掻揚が行えるよう、剛性を確保する機能	構造安全性（力学的安全性） 耐久性(耐腐食性)	腐食による板厚減少 塵芥の噛み込等外的要因による部材の変形	板厚減少による、耐荷力・剛性不足の発生 操作に支障を及ぼす過度の変形の発生	当て板修理、レーキ取替
		②レーキアーム	－	レーキに作用する荷重を支持する機能 レーキを駆動する機能	構造安全性（力学的安全性）、設備信頼性(動作確実性)、耐久性(耐腐食性)	腐食による板厚減少 腐食、摩耗、損傷によるアームの動作不良・油の漏れ	板厚減少による、耐荷力・剛性不足の発生 アームの動作不良による操作不能 油圧シリンダの推力不足	部品交換又は全交換
		③電動機	－	駆動力を発揮する機能	設備信頼性(動作確実性) 耐久性(耐疲労性、耐摩耗性)	作動不良による駆動不能、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	交換
		④油圧装置	－	油圧を発生。制御して油圧シリンダを作動する機能	設備信頼性（動作確実性、制御確実性）	作動不良によるレーキ昇降・掻揚不能	機器が作動せず圧力が確立しない	部品交換又は全交換
		⑤油圧配管	－	動力を油圧シリンダへ伝達する機能	耐久性（耐腐食性）	漏油によるレーキ昇降不能	腐食、変形による漏油が発生	修理又は取替
		⑥エプロン	－	塵芥をガイドする機能 塵芥を所定の位置に落下させる機能	構造安全性（力学的安全性） 耐久性（耐腐食性）	腐食による板厚減少 塵芥の噛み込等外的要因による部材の変形	変形による塵芥の上流側への落下 変形による塵芥の滞留	当て板修理、取替
		⑦フレーム	－	各機器間を正常に保つ機能、荷重を土木構造物に伝達する機能	構造安全性（力学的安全性） 耐久性（耐腐食性）	腐食による板厚減少	板厚減少による、耐荷力・剛性不足の発生	当て板修理、取替
		⑧接合部	a 溶接	機器を固定し、荷重を伝達する機能	構造安全性（力学的安全性）、耐久性（耐疲労性）	ボルトゆるみ、脱落 溶接不良	ボルトの脱落による耐荷力不足の発生 外荷重、疲労による亀裂の発生	修理又は部品交換
			b ボルト、ナット					
		⑨塗装	a 全体	母材の耐久性を確保する機能	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）
搬送装置	ベルトコンベア式	①ベルト	－	塵芥による荷重を支持し、搬送する機能 円滑な塵芥の搬送が行えるよう、強度を確保する機能	構造安全性（力学的安全性） 耐候性	劣化による強度減少 塵芥の噛み込等外的要因による部材の切損	ベルト劣化による、耐力不足の発生 操作に支障を及ぼす過度の切損の発生	交換
		②駆動プーリ	－	ベルトに作用する荷重を支持する機能 ベルトを駆動する機能	構造安全性（力学的安全性）、設備信頼性(動作確実性)、耐久性(耐腐食性)	腐食による板厚減少 腐食、摩耗、損傷によるプーリの回転不良	板厚減少による、耐荷力・剛性不足の発生 プーリの回転不良による操作不能	交換
		③電動機（駆動プーリ内蔵）	－	駆動力を発揮する機能	設備信頼性(動作確実性) 耐久性(耐疲労性、耐摩耗性)	作動不良による駆動不能、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	交換
		④従動プーリ	－	ベルトをスムーズに反転等する機能	構造安全性（力学的安全性） 耐久性	ベルトの調整による振動、蛇行の発生、腐食等によるプーリの回転不良	異常振動の発生 操作不能	部品交換又は全交換
		⑤キャリアローラ	－	ベルト上の塵芥荷重を支持し、搬送する機能、塵芥の落下位置では衝撃荷重も支持する機能	構造安全性（力学的安全性） 耐久性	腐食による板厚減少・回転不良 塵芥の噛み込等外的要因による部材の変形	板厚減少による、耐荷力・剛性不足の発生 操作に支障を及ぼす過度の変形・回転不良の発生	部分取替
		⑥リタンローラ	－	ベルトの荷重を支持する機能	構造安全性（力学的安全性） 耐久性（耐腐食性）	腐食による板厚減少 外的要因による部材の変形	板厚減少による、耐荷力・剛性不足の発生、 変形・回転不良の発生	部分取替
		⑦スカート	－	除塵機からの塵芥受けベルトからの飛散防止する機能	構造安全性 耐久性（耐腐食性）	腐食による板厚減少 外的要因による部材の変形	板厚減少による、耐荷力・剛性不足の発生、 変形の発生	部分取替
		⑧フレーム	－	各機器間を正常に保つ機能、荷重を土木構造物に伝達する機能	構造安全性（力学的安全性） 耐久性（耐腐食性）	腐食による板厚減少	板厚減少による、耐荷力・剛性不足の発生	当て板修理、取替
		⑨接合部	a 溶接	機器を固定し、荷重を伝達する機能	構造安全性（力学的安全性）、耐久性（耐疲労性）	ボルトゆるみ、脱落 溶接不良	ボルトの脱落による耐荷力不足の発生 外荷重、疲労による亀裂の発生	修理又は部品交換
			bボルト、ナット					
		⑩塗装	a 全体	母材の耐久性を確保する機能	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）
搬送装置	チェーンコンベア式	①フライト	－	塵芥による荷重を支持し、搬送する機能 円滑な塵芥の搬送が行えるよう、強度を確保する機能	構造安全性（力学的安全性） 耐久性(耐腐食性)	腐食による板厚減少 塵芥の噛み込等外的要因による部材の変形	板厚減少による、耐荷力・剛性不足の発生 操作に支障を及ぼす過度の変形の発生	当て板修理、フライト取替
		②電動機	－	駆動力を発揮する機能	設備信頼性（動作確実性） 耐久性(耐疲労性、耐摩耗性)	作動不良による駆動不能、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	交換
		③駆動部	－	電動機のトルクをフライトチェーンに伝達する機能	構造安全性（力学的安全性） 耐久性	チェーンの緩みによる振動の発生、腐食等によるローラ・スプロケットの回転不良	異常振動の発生 操作不能	部品交換又は全交換
		④ガイドレール	－	ローラ荷重を支持し、荷重を土木構造物に伝達する機能、ローラを滑らかにガイドする機能	構造安全性（力学的安全性） 耐久性	腐食による板厚減少 塵芥の噛み込等外的要因による部材の変形	板厚減少による、耐荷力・剛性不足の発生 操作に支障を及ぼす過度の変形の発生	当て板修理、取替
		⑤トラフ	－	塵芥をガイドする機能 塵芥を所定の位置に搬送させる機能	構造安全性（力学的安全性） 耐久性（耐腐食性）	腐食・摩耗による板厚減少 塵芥の噛み込等外的要因による部材の変形	変形による塵芥の噛み込みや変形による塵芥の滞留	当て板修理、取替
		⑥フレーム	－	各機器間を正常に保つ機能、荷重を土木構造物に伝達する機能	構造安全性（力学的安全性） 耐久性（耐腐食性）	腐食による板厚減少	板厚減少による、耐荷力・剛性不足の発生	当て板修理、取替
		⑦接合部	a 溶接 b ボルト、ナット	機器を固定し、荷重を伝達する機能	構造安全性（力学的安全性）、耐久性（耐疲労性）	ボルトゆるみ、脱落 溶接不良	ボルトの脱落による耐荷力不足の発生 外荷重、疲労による亀裂の発生	修理又は部品交換
		⑧塗装	a 全体	母材の耐久性を確保する機能	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）
貯留装置	カットゲート形ホッパ	①ホッパ本体（貯留部）	－	塵芥を貯留、塵芥荷重を支持する機能 貯留時に塵芥の水切り効果を確保する機能	構造安全性（力学的安全性） 耐久性（耐腐食性）	腐食による板厚減少 塵芥の衝撃等外的要因による部材の変形	板厚減少による、耐荷力・剛性不足の発生 操作に支障を及ぼす過度の変形の発生	当て板修理、取替
		②ゲート（排出部）	－	貯留した塵芥荷重を支持・排出する機能（2枚のゲート開閉）	構造安全性（力学的安全性）、設備信頼性（動作確実性）、耐久性（耐腐食性）	腐食による板厚減少 腐食、摩耗、損傷によるゲートの開閉不良	板厚減少による、耐荷力・剛性不足の発生 ゲートの開閉不良による操作不能	当て板修理・交換
		③電動シリンダ	－	駆動力を発揮する機能 電動機のトルクをシリンダに伝達しゲートを開閉する機能	構造安全性（力学的安全性） 耐久性	ボルトのゆるみ等による振動の発生 腐食等による動作不良 絶縁低下	操作不能	交換
		④フレーム（架台）	－	各機器間を正常に保つ機能、荷重を土木構造物に伝達する機能	構造安全性（力学的安全性） 耐久性（耐腐食性）	腐食による板厚減少	板厚減少による、耐荷力・剛性不足の発生	当て板修理、取替
		⑤接合部	a 溶接	機器を固定し、荷重を伝達する機能	構造安全性（力学的安全性）、耐久性（耐疲労性）	ボルトゆるみ、脱落 溶接不良	ボルトの脱落による耐荷力不足の発生 外荷重、疲労による亀裂の発生	修理又は部品交換
			b ボルト、ナット					
		⑥塗装	a 全体	母材の耐久性を確保する機能	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）
貯留装置	底板スライド形ホッパ	①ホッパ本体（貯留部）	－	塵芥を貯留、塵芥荷重を支持する機能 貯留時に塵芥の水切り効果を確保する機能	構造安全性（力学的安全性） 耐久性（耐腐食性）	腐食による板厚減少 塵芥の衝撃等外的要因による部材の変形	板厚減少による、耐荷力・剛性不足の発生 操作に支障を及ぼす過度の変形の発生	当て板修理、取替
		②ゲート（排出部）	－	貯留した塵芥荷重を支持・排出する機能１枚の底板でスライド開閉	構造安全性（力学的安全性）、設備信頼性（動作確実性）、耐久性（耐腐食性）	腐食による板厚減少 腐食、摩耗、損傷によるゲートの開閉不良	板厚減少による、耐荷力・剛性不足の発生 ゲートの開閉不良による操作不能	当て板修理・交換
		③電動シリンダ	－	駆動力を発揮する機能 電動機のトルクをシリンダに伝達しゲートを開閉する機能	構造安全性（力学的安全性） 耐久性	ボルトのゆるみ等による振動の発生 腐食等による動作不良 絶縁低下	操作不能	交換
		④フレーム（架台）	－	各機器間を正常に保つ機能、荷重を土木構造物に伝達する機能	構造安全性（力学的安全性） 耐久性（耐腐食性）	腐食による板厚減少	板厚減少による、耐荷力・剛性不足の発生	当て板修理、取替
		⑤接合部	a 溶接 b ボルト、ナット	機器を固定し、荷重を伝達する機能	構造安全性（力学的安全性）、耐久性（耐疲労性）	ボルトゆるみ、脱落 溶接不良	ボルトの脱落による耐荷力不足の発生 外荷重、疲労による亀裂の発生	修理又は部品交換
		⑥塗装	a 全体	母材の耐久性を確保する機能	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）
機側操作盤		①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
		②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
		③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
		④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
		⑤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
		⑥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