

農業水利施設の機能保全の手引き

「除塵設備」

平成25年4月

農林水産省農村振興局整備部設計課

目 次

第1章 除塵設備の基本事項	1
1. 1 除塵設備の特性を踏まえた取組	1
1. 1. 1 除塵設備の構成要素	2
1. 1. 2 除塵設備の特徴	6
1. 2 除塵設備の性能管理	8
1. 2. 1 除塵設備の機能と性能	8
1. 2. 2 除塵設備の性能管理	11
1. 3 除塵設備の機能保全	15
1. 4 除塵設備の性能低下	23
1. 5 除塵設備の機能保全の流れ	25
第2章 機能診断調査	26
2. 1 基本的事項	26
2. 2 事前調査	28
2. 3 現地踏査	35
2. 4 現地調査	37
第3章 機能診断評価	41
3. 1 機能診断評価の視点	41
3. 2 設備・装置・部位の健全度評価	43
第4章 機能保全計画	50
4. 1 機能保全計画の策定プロセス	50
4. 2 性能低下予測	51
4. 3 機能保全計画の策定	53
4. 3. 1 機能保全対策の検討に当たっての留意事項	54
4. 3. 2 点検・整備計画	56
4. 3. 3 関係機関との合意形成	61

用語集

参考文献

第 1 章 除塵設備の基本事項

1. 1 除塵設備の特性を踏まえた取組

除塵設備の効率的な機能保全に向けて、機能保全の各プロセスにおいて、除塵設備特有の性質を十分に踏まえた検討を行うことが重要である。

【解説】

頭首工、用・排水機場、用・排水路及び取水口等の施設に設置される除塵設備は、流水から塵芥を除去する目的のため設置されるが、除塵機能、搬送機能、貯留機能など様々な機能を担っている。その除塵設備は、河川や水路に設置される構造物であることから、流水を安全に流下させる観点から流下機能も要求される。このため、除塵設備の役割を認識し、その機能を十分に発揮させる能力（性能）に着目し、機能保全に取り組む必要がある。

除塵設備が設置される頭首工、用・排水機場は、水路等の「コンクリート施設」と、除塵設備・電気設備等の「施設機械設備」の異なる機能を分担する施設及び設備から構成される「複合施設」である。これらの構成要素が有機的に施設全体の機能を発揮している。

さらに、除塵設備は、スクリーン・除塵機・搬送装置・貯留装置・機側操作盤等、これらを構成する機器・部材、部品等の集合体であり、これらが各々の役割を果たすことにより、機能を発揮する。このため、除塵設備の性能管理や機能診断評価は、除塵設備を構成する装置や機器・部材、部品などの部位を個別に評価するとともに、これら部位の重要度から除塵設備全体へ与える影響について考える必要がある。

除塵設備の効率的な機能保全のためには、これらの特性を十分に踏まえた検討を行うことが重要である。

なお、本手引きは、レーキ形を対象に整理しているが、ネット形についても活用できる部分は準用できるものとする。

1. 1. 1 除塵設備の構成要素

除塵設備は、スクリーン・除塵機・搬送装置・貯留装置・機側操作盤等及びこれらを構成する機器・部材、部品の集合体であり、これらが各々の役割を果たすことにより設備全体として機能を発揮している。このため階層的なシステムの特徴を踏まえ、系統的に構成要素の整理を行う必要がある。

【解説】

除塵設備は、装置、機器・部材、部品により構成される。除塵設備の構成要素系統図の例を図1-1に、また除塵設備の階層による区分を表1-1に示す。これら設備の機能診断評価は、機器・部材、部品レベルを基本単位で行う。

頭首工、用・排水機場等に設置される除塵設備は、スクリーン・除塵機・搬送装置・貯留装置・機側操作盤等（制御機器）から構成されており、それらの形式によって構成機器・部材が異なる。一般的な形式を表1-2に、レーキ形除塵機の構造概要を表1-3に、ネット形除塵機の構造概要を表1-4に示す。また、レーキ形除塵設備の構成例を図1-2に示す。

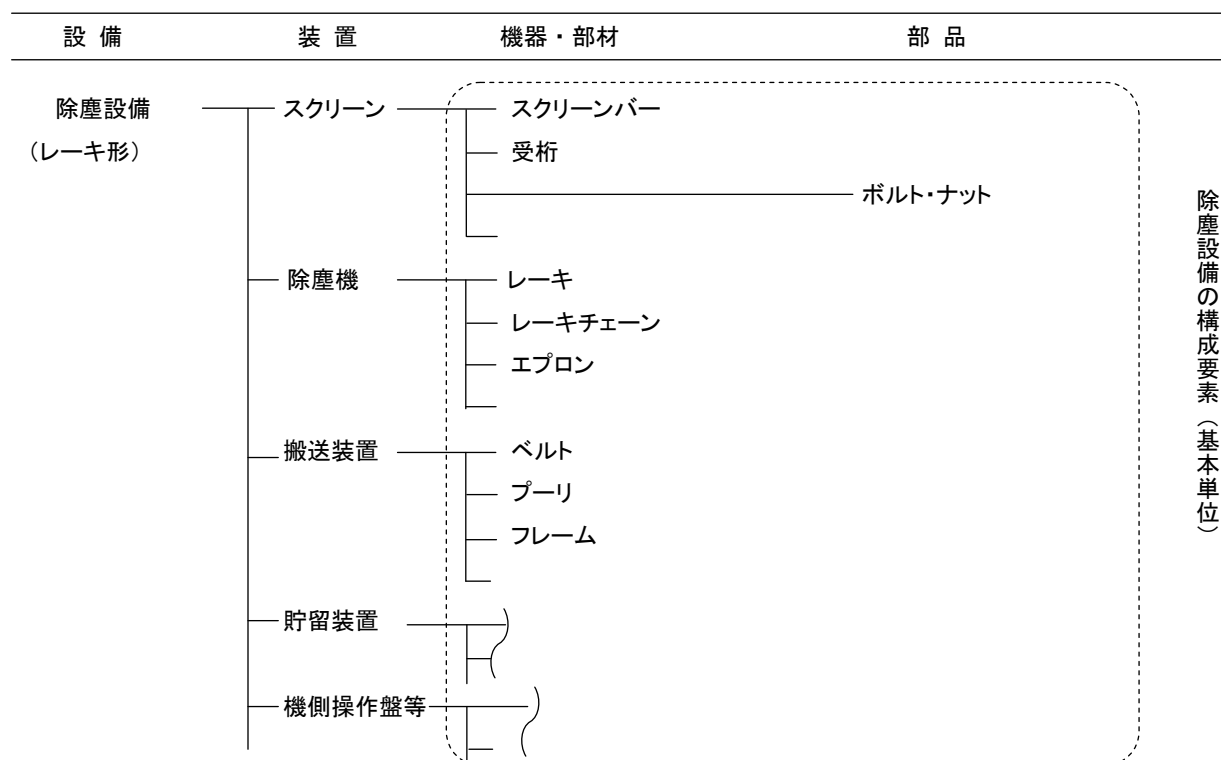


図1-1 除塵設備の構成要素系統図の例

表1-1 除塵設備の階層による区分

階層区分		設備等の内訳	主な対策方法
施 設		用・排水機場、頭首工	補修
設 備		除塵設備	修理、更新
装 置		スクリーン・除塵機・搬送装置・貯留装置・機側操作盤等	修理、更新
部 位	機 器 ・ 部 材	電動機、減速機、油圧シリンダ、フレーム、ローラ、チェーン等	修理、交換
	部 品	ボルト、ナット、パッキン、ブッシュ等	交換

表1-2 除塵設備の一般的な形式

スクリーン		バースクリーン ネットスクリーン	
除塵機	レーキ形	定置式 移動式 回転式 往復式 往復式（前面降下前面掻揚式） 背面降下前面掻揚式（チェーン式） 前面降下前面掻揚式（チェーン式） ワイヤロープ式 定置ワイヤロープ式 チェーン式 定置レーキアーム回転チェーン式 ラック式 定置レーキアーム回転ラック式 ラック式 定置レーキアーム往復ラック式 油圧シリンダ式 定置レーキアーム往復油圧シリンダ式 ワイヤロープ式 移動ワイヤロープ式 チェーン式 移動レーキアーム回転チェーン式 ラック式 移動レーキアーム回転ラック式 ラック式 移動レーキアーム往復ラック式 油圧シリンダ式 移動レーキアーム往復油圧シリンダ式	
	ネット形	回転式 デュアルフロー式（水路軸平行） アウト・イン セパレートネット式 エンドレスネット式 デュアルフローイン・アウト式 デュアルフローアウト・イン式 ストレートフロー式（水路軸直角） セパレートネット式 エンドレスネット式 ストレートフロー式	
搬送装置		ベルトコンベヤ チェーンコンベヤ	
貯留装置		カットゲート形ホッパ その他（コンテナ、ピット等）	
機側操作盤		自立形 スタンド形	

表1-3 レーキ形除塵機の構造概要

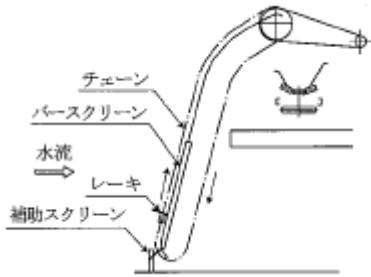
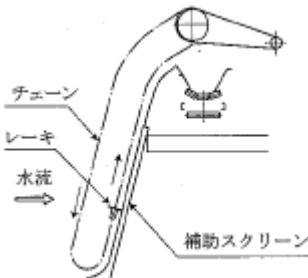
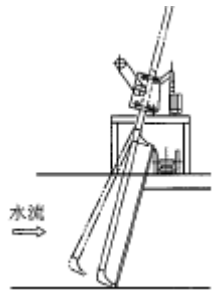
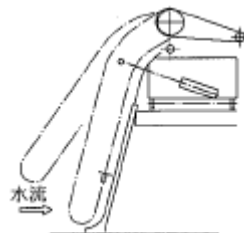
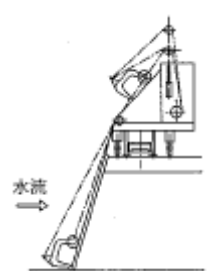
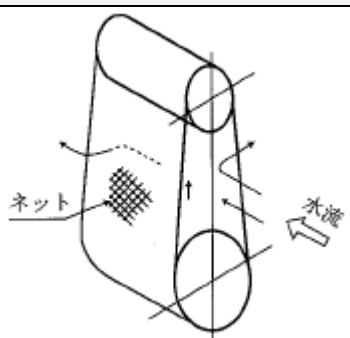
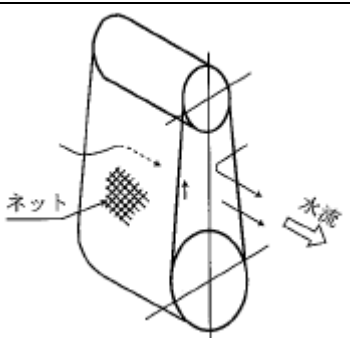
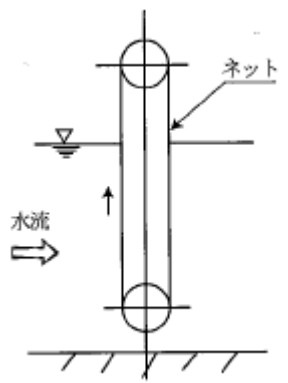
分 類			構 造	特 徴
定 置 式	回 動 式	背面降下前面掻揚式 	背面降下前面掻揚式は、レーキがスクリーンの下流側を降下(背面降下)し、最下部で反転した後スクリーンの開口部をくぐってスクリーンの上流側に流着している塵芥を掻揚げるように構成(前面掻揚)した除塵機。 水路底部でレーキを通過させるためスクリーンを一部切除しているので、ここから塵芥が下流に流下しないように補助スクリーンを設ける。	レーキは、スクリーン後面を降下するので塵芥の押込みがないため効率の良い除塵が可能である。この形式が回転式では最も多く使用される。
		前面降下前面掻揚式 	前面降下前面掻揚式は、レーキがスクリーン面からやや離れた上流側を降下(前面降下)し、最下部で反転した後スクリーンに沿って上昇し、スクリーンの上流側に流着している塵芥を掻揚げるように構成(前面掻揚)した除塵機。	既設のスクリーンバーを利用する場合や、低水位においても除塵する場合に使用される。
	往 復 式	レーキ往復式 	スクリーンの前面あるいは前方をレーキが降下しスクリーン面に沿ってレーキが上昇することで塵芥を掻揚げる。レーキの駆動方法として、ワイヤロープ式、チェーンラック式及び油圧シリンダ式等がある。	掻揚げ揚程が10m程度を超える場合はワイヤロープ式が使用される。 10m未満ではチェーンラック式及び油圧シリンダ式が使用される。
移 動 式	回 動 式	前面降下前面掻揚式 	回転式前面降下前面掻揚方式の除塵機を台車に乗せ移動可能にしたもの。	移動式は定置式と比べ経済性に優れているが、移動に時間を要するので、定置式に比べ除塵能力は劣る。
	往 復 式	レーキ往復式 	レーキ往復式除塵機を台車に乗せ移動可能にしたもの。	同 上

表1-4 ネット形除塵機の構造概要

分 類		構 造	特 徴
デュアルフロー式	イン・アウト	 イン・アウト式は、エンドレスチェーンに取り付けられたネットスクリーンの内側から外側へ水が流れるものをいう。 ネットスクリーンと形鋼等の枠体で構成されているものをセパレートネット式、エンドレスのネットスクリーンで構成されているものをエンドレスネットという。	イン・アウト式は、上部の反転部で洗浄除塵ができなかった場合でも塵芥は、下流に流下しないようになっている。 デュアルフロー式はこの実施例が多い。
	アウト・イン	 アウト・イン式は、エンドレスチェーンに取り付けられたネットスクリーンの外側から内側に水が流れるものをいう。 イン・アウトと同様セパレートネット式とエンドレスネット式がある。	アウト・インもイン・アウトと同様塵芥は、下流に流下しないようになっている。
ストレートフロー式		 ストレートフロー式は、水流に直角に金網等を設置した構造のものをいう。 デュアルフロー式と同様セパレートネット式とエンドレスネット式がある。	デュアルフロー式に比べ土木構造が簡単である。 ストレートフロー式は、上部の反転部で洗浄、除塵できなかった場合は塵芥が下流側に流出する恐れがある。

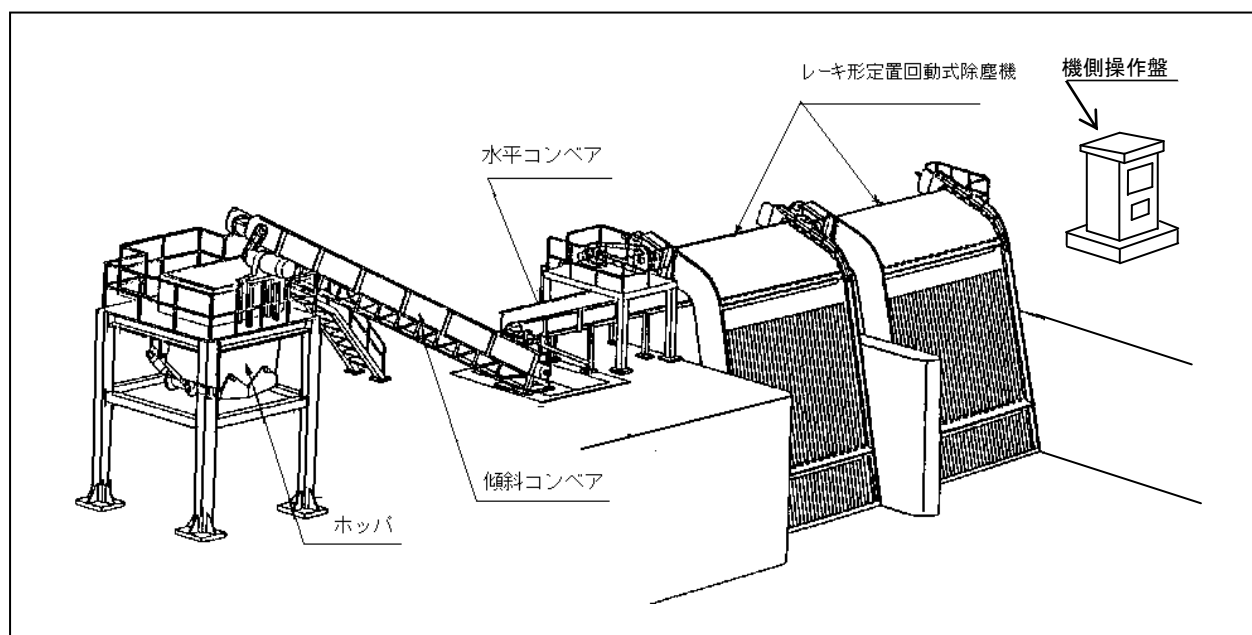


図1-2 レーキ形除塵設備の構成例

1. 1. 2 除塵設備の特徴

除塵設備の各装置を構成する機器・部材、部品は、水中・大気中といった設置環境や経過年数、使用頻度により部位別に特徴的な劣化を示すので、これらの特徴を理解するとともに、設備の構造上重要な部位に注意を払いながら、合理的かつ適切な機能保全の検討を行う必要がある。

また、除塵設備において、合理的な機能保全を行う上で、施設造成者は、施設管理者と連携を図ることが重要である。

【解説】

除塵設備を構成する各装置を単体でみた場合、塵芥除去、塵芥掻揚、塵芥搬送等の機能があり、これらの機能を満足するためには、想定される外力に対して各装置が十分な強度と剛性（構造物としての基本的な安全性）を有し、また駆動装置が十分な能力を有して塵芥の除塵・搬送に支障をきたさないことが重要である。

除塵設備の場合、設計水位差と塵芥の量が主たる外力の因子となり、これらに対して腐食等により経年劣化した部材が十分な断面性能（断面二次モーメント、断面係数等）を有している必要がある。

また、塩害のおそれのある地域に設置される除塵設備や乾湿を繰り返すおそれのある部位及び最大応力発生箇所については、特に注意を払う必要がある。

図1-3にレーキ形除塵設備の構造例を示す。

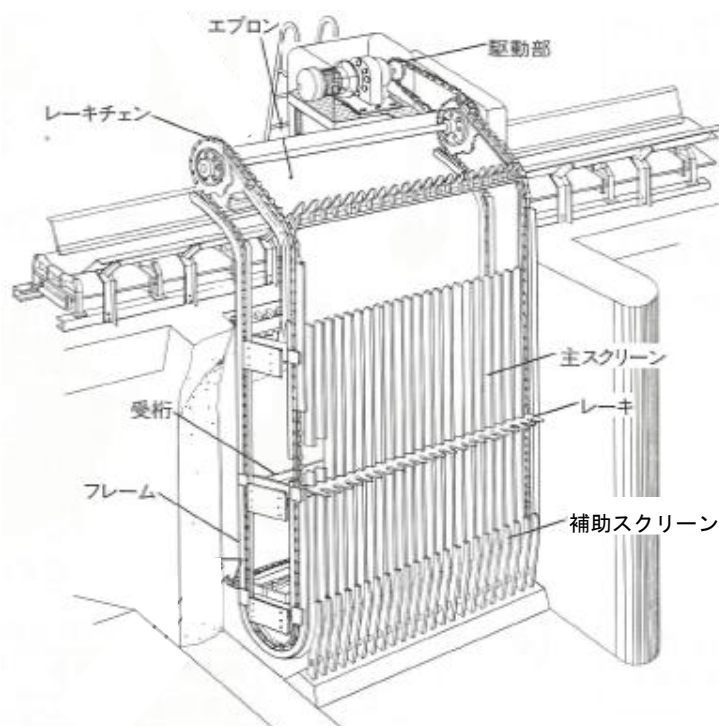


図1-3 除塵設備（レーキ形）の構造例

レーキ形除塵設備の主な構造部材であるレーキ桁、スクリーンバー、スクリーン受桁は両端支持の単純梁として計算するので、最大曲げ応力度は支持点の中央に発生し、最大せん断応力度は両端部に発生する。

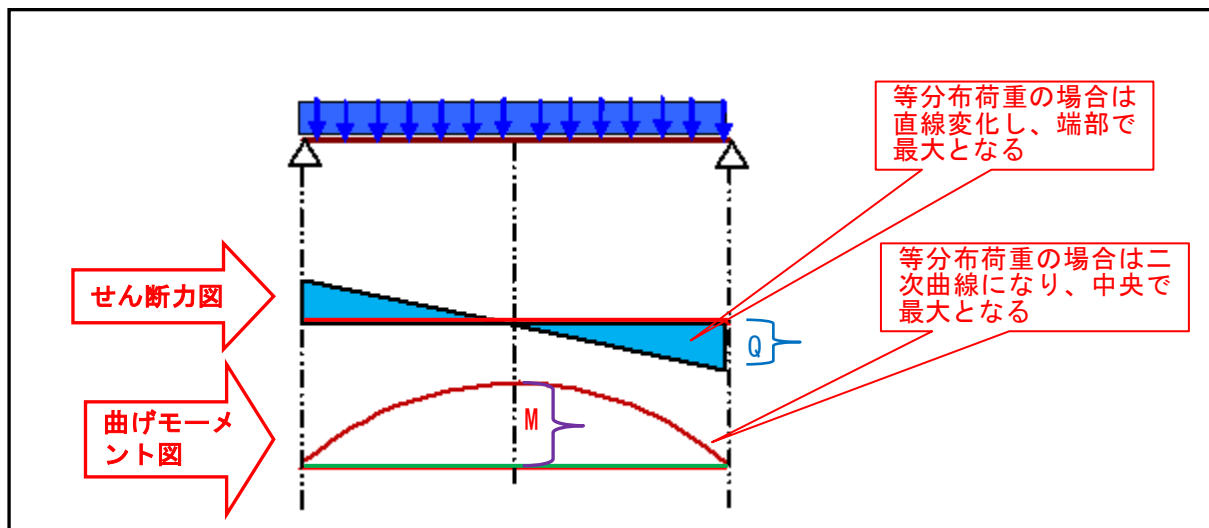


図1-4 単純支持梁における最大応力発生箇所

除塵設備などの施設機械設備は、土木施設と異なり、多数の機器・部材等から構成された集合体であることから、設備の機能の維持、ひいては設備の長寿命化を図るためには、日常管理における機器・部材等の適正な点検・整備が必要である。このため、施設造成者は、状況に応じて点検・整備に関する適切な助言を行うことが必要である。（図1-5参照）

また、施設造成者は、当該助言に資するため、機器製造者から設置機器についての点検、整備、耐久性及び保全コスト等の技術情報を収集することが必要である。図1-5に施設造成者と施設管理者との連携のイメージを示す。

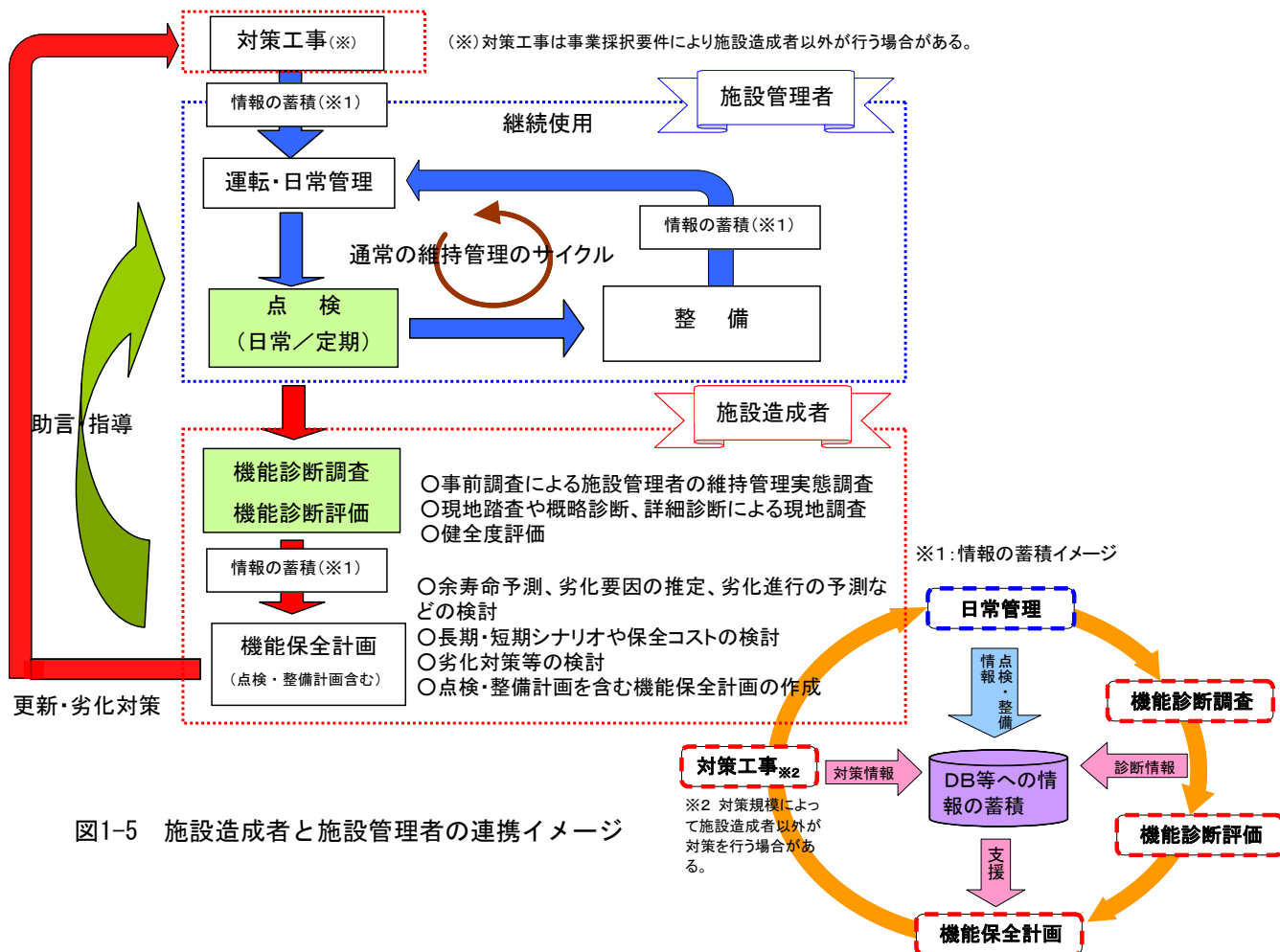


図1-5 施設造成者と施設管理者の連携イメージ

1. 2 除塵設備の性能管理

1. 2. 1 除塵設備の機能と性能

除塵設備は、塵芥を除去し、搬送・貯留する機能等を有する。

除塵設備の性能は、これらの機能を発揮する能力であり、除塵設備に要求される性能を満足するよう機能保全に努める必要がある。

【解説】

除塵設備の性能管理とは、除塵設備に必要な機能、性能を長期にわたって維持・管理し、場合によっては向上させる行為である。施設造成者や施設管理者は、除塵設備の設置目的、除塵設備が頭首工や用・排水機場等の中で果たすべき役割（機能）、そして、利用者等が設備に対して期待する能力（性能のレベル、要求性能）を十分に理解し、適切な性能管理を実施していくことが重要である。

農業水利施設である頭首工では、安定した取水量や取水位を確保することが、用水機場では河川などから農業用水を水路に引き入れる、あるいはパイプラインにより所定の位置に圧送水することが、排水機場では農地を洪水被害から守ることが目的である。これを達成するため、頭首工又は用・排水機場等に設置される除塵設備には塵芥除去機能、塵芥掻揚機能、流水流下機能などが必要となる。

除塵設備を有効に稼働させるためには、捕捉した塵芥を適時・適切に処理する必要があり、塵芥搬送機能、塵芥貯留機能、水切り機能、塵芥排出機能が必要となる。表1-5に除塵設備の設置目的と具備する機能（本来の機能）を示す。除塵設備の機能保全を行うに際しては、これら設備が有する機能に着目し、性能管理を行うことを基本とする。

表1-5 除塵設備の設置目的と具備する機能

設 備	装 置	一般的に使用される形式	設置目的	機 能 (本来の機能)
除 塵 設 備	スクリーン	・バースクリーン	・流水から塵芥を捕捉する ・流水を流下させる	・塵芥除去機能 ・流水流下機能
	除塵機	・背面降下前面掻揚式等	・塵芥を掻き揚げる	・塵芥掻揚機能
	搬送装置 (コンベア)	・チェーンコンベア ・ベルトコンベア	・塵芥を搬送する ・塵芥を貯留する ・塵芥の水分を分離する	・塵芥搬送機能 ・塵芥貯留機能 ・水切り機能
	貯留装置 (ホッパー)	・カットゲート形等	・塵芥を貯留する ・塵芥の水分を分離する ・塵芥を排出する	・塵芥貯留機能 ・水切り機能 ・塵芥排出機能

除塵設備が具備する様々な機能（本来の機能）を実現するためには、その機能を発揮する能力である水利性や設備信頼性、構造安全性、修復性、耐久性などの性能を確実に確保する必要がある。

また、本来の機能以外の機能には、社会的機能があり、この機能を十分に発揮させるためには経済性、環境性、維持管理性などの性能に着目する必要がある。除塵設備の機能・性能の例を表1-6に示す。

機能診断調査では、本来の機能に関する性能の確認を行うことが主となるが、性能管理におい

ては本来的功能のみではなく社会的機能も考慮して、設備全体で適切な要求性能を把握・設定し管理していく必要がある。

表1-6 除塵設備の機能・性能の例

機能・性能		機能・性能の内容
1) 本来的功能		事業目的や頭首工、用・排水機場等の設置目的などの本来目的を達成するため、必須となる固有の機能（除塵設備に直接求める役割）
塵芥除去機能 塵芥掻揚機能 塵芥搬送機能 塵芥貯留機能 塵芥排出機能 水切り機能 流水流下機能	水利性	施設管理者等（利用者）の要求を満たす水位・水量を確保するために、流水中の塵芥を除去する性能
	設備信頼性	長期間の使用においても安定して稼働できる性能
	構造安全性	水理学的及び力学的に安全な構造である性能
	耐久性	機器・部材等の経年劣化や高頻度の使用に対する耐久性能
	修復性	地震等の災害や経年劣化による機器・部材等の損傷・故障時に、容易に修復できる性能
2) 社会的機能		本来的功能以外の機能で、社会的要求に対し、適切に貢献する機能
	経済性	建設費・維持管理費等ライフサイクルコストを低減できる性能
	環境性	騒音・振動、環境負荷（CO ₂ 排出、生態系への影響）を低減でき、景観への配慮など、周辺環境と適合する性能
	維持管理性	施設管理時において、施設管理者及び第三者の人的安全性を確保しながら容易に操作・管理ができる性能

※上表の本来的功能における事業目的とは、土地改良事業（土地改良法の目的）を指す。

【参考】頭首工、用・排水機場等に設置される除塵設備の機能・性能の考え方

1) 機能の考え方

除塵設備の機能を水利システムの観点で分類した場合、本来の機能は、①水利用機能（流水中の塵芥の除去など水利用に関する役割）、②水理機能（流水に対する抵抗を小さくして通水しやすくするなど水理学的な送水に関する役割）、③構造機能（除塵設備の駆動機能や部材強度などの構造上の役割）に分類されるが、除塵設備の性能管理では、除塵設備に求める具体的な役割に着目し、機能保全を行うことを基本としている。この場合、本来の機能は、塵芥除去機能、塵芥掻揚機能、塵芥搬送機能、塵芥貯留機能、塵芥排出機能、水切り機能、流水流下機能などに分類される。除塵設備の具体的な機能を理解することは、機能保全の基本である他、設備等の重要度や設備の稼働形態を理解する上でも必要である。

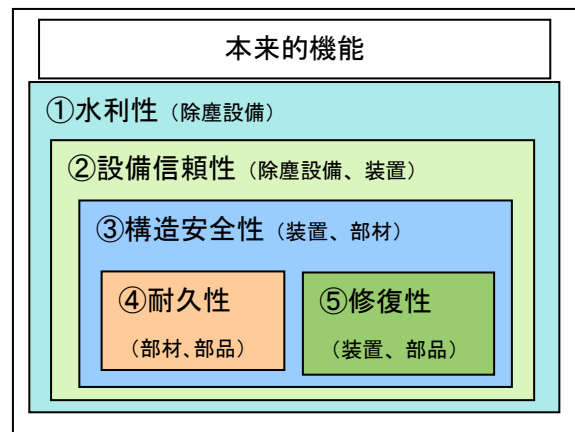
なお、除塵設備における本来の機能は、事業目的や頭首工、用・排水機場等の設置目的など本来目的を達成するため、必須となる機能として分類している。このため、水切り機能、流水流下機能なども本来の機能に含まれる整理とした。

2) 性能の考え方

除塵設備の本来の機能に関する性能には、流水中の塵芥を除去し、農家や施設管理者などの要求を満たす用水を十分に確保できているかという視点の水利性等と、そのために、除塵設備が十分な信頼性を有しているかという視点の設備信頼性が重要となる。

また、設備信頼性を構造安全性が下支えし、構造安全性を修復性や耐久性が下支えする関係となる。

このため、①水利性は、除塵設備全体としての性能が十分であるか、②設備信頼性は、除塵設備全体や装置レベルで十分な品質や動作確実性を有しているか、③構造安全性は、装置類が十分な除塵能力を有しているか、部材が十分な強度を有しているか、④耐久性や⑤修復性は装置、部材、部品レベルで、十分な性能（腐食代・予備品等）を有しているかの視点で診断を行う必要がある。



1. 2. 2 除塵設備の性能管理

除塵設備の性能管理は、施設管理者が行う日常点検や定期点検等の結果や、施設造成者が行う機能診断調査の結果をもとに、機器・部品等の健全度を評価し、機能保全計画の策定を行うことを基本とする。効率的な性能管理に取り組むため、施設管理者と施設造成者が連携・調整し、点検・機能診断調査項目や内容の合理化、実施時期の同期化を図ることが望ましい。

【解説】

除塵設備の性能管理では、性能レベルを健全度で表し、そのレベルに応じた対策を検討するものとする。また、合理的な性能管理を行う上で、除塵設備を構成する部位等の重要度や、腐食・損傷等の劣化が設備に与える影響度、受桁等の最大応力の発生箇所、水質等の周辺環境、使用頻度などを十分に理解・把握し、管理する必要がある。性能管理の効率化の観点から、施設管理者と施設造成者との十分な連携及び点検と機能診断調査の合理化・同期化が望ましい。

(1) 除塵設備の性能管理

除塵設備の性能管理は、除塵設備の目的、機能を発揮させるために利用者、あるいは施設管理者が要求する性能が現在確保できているかを点検、機能診断調査等を通じて直接確認し、管理することを基本とする。

除塵設備の性能は、設備を構成する装置や部位等の性能が確保されることにより発揮される。このため、機能診断調査では、除塵設備を構成する装置や機器、部材、部品を個別に調査・評価し、部位等の重要度や劣化の影響度を考慮し、設備の性能レベルを把握する。

維持管理時や更新時における除塵設備の性能や指標の例には、表1-7に示すものが考えられる。

表1-7 除塵設備の性能と指標の例

性能の例		指標の例
水利性		除塵性（塵芥の捕捉能力や搬出能力等）
設備信頼性		長期使用安定性（施工・品質管理、耐用年数、使用時間）、動作・制御確実性（総合試運転による作動状況）
構造安全性	水理学的安定性	流水に対する振動安定性（自励振動）
	水理学的安全性	通水性（スクリーンバー等の損失水頭）
	力学的安全性	水圧等外力に対する耐荷性、耐震性（変形・損傷・板厚、応力照査等）
耐久性	耐疲労性	繰り返し使用による疲労耐久性（機器類の品質、使用期間）
	耐腐食性	部材の防錆・防食性能（塗膜厚、部材の腐食代、材質）
	耐摩耗性	部材の耐摩耗性（回転部のブッシュ等の摩耗、部材の摩耗代、材質）
	耐劣化性	ベルト、油脂類の耐劣化性（材料の品質、使用期間）
修復性		修復容易性、損傷・故障時対応性（部品調達、予備品等）
経済性		建設費・維持管理費等
環境性		騒音、環境負荷（CO ₂ 排出、生態系への影響等）、景観（塗装色・老朽化後の景観）等
維持管理性	維持管理安全性	施設管理者、第三者の人的安全性（歩廊、防護柵、危険表示板、危険部位の保護カバー等）
	維持管理容易性	維持管理容易性（水切りの容易さ、ゴミの飛散防止、メンテナンスフリー、操作容易性等）

（２）除塵設備における部位別の性能管理

除塵設備は、長年の使用により経年劣化して健全度が低下し、対策を講じなければやがて設備の性能の限界を迎え、使用不能となる。しかし、様々な機器・部品等の集合体である除塵設備は点検・整備などにより適切な時期に機器・部品等の修理や交換を行うことにより、供用期間の延伸が期待できる。（図1-6）

部位別の性能管理は、機能・性能の限界状態を十分理解した上で行う必要がある。除塵設備の機能と性能（部位毎）の例を表1-8に示す。

機能保全は、設備を構成する部材や機器、部品類の修理、交換が主となるため、機能診断調査による計測結果や耐用年数等から余寿命を算出し、適切な時期に保全を行うことが重要であるが、その劣化特性は個々に異なることから、特性に応じた対策を講じる必要がある。（機器、部品等の劣化特性については1.3 項で詳述）

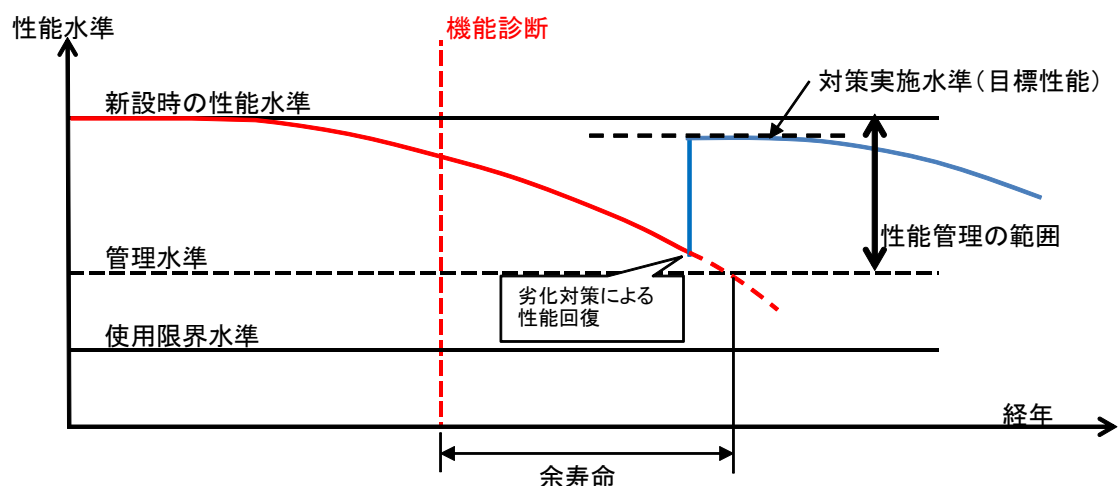


図1-6 設備の性能劣化曲線と性能管理の範囲

<用語の説明>

・対策実施水準	劣化対策により回復した性能レベル若しくは回復の目標とする性能レベル
・管理水準	性能低下を許容できる限界の性能レベル
・使用限界水準	設備を正常に使用できなくなる限界の性能レベル
・余寿命	機能診断を実施した時点から性能低下を許容できる限界に達するまでの期間

機能保全によって各機器や部品等の耐久性や修復性を向上させることは、安全性の向上につながり、その結果、設備の運用における信頼性を向上させることになる。一方で経年に伴って機能保全に係る費用（維持管理費）の増大も招くことから、経済性や機器類の陳腐化に伴う修復性の問題（入手困難性）などにも着目し、総合的な使用限界の水準を検討して、更新の是非を判断する必要がある。

表1-8 除塵設備の機能と性能（部位毎）の例

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	—	スクリーン、除塵機、コンベヤ、ホップ、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	—	①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
		②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
		③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、レーキ交換
		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、交換
		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	—	各機器間隔を正常に保つ機能、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

※参考資料編から一部抜粋。

（３）除塵設備設計指針類改訂による留意点

除塵設備の設計指針として、鋼構造物計画設計技術指針（除塵設備編）（農林水産省）のほか、除塵設備設計指針（旧（社）水門鉄管協会 → 現（社）電力土木技術協会）があり、主な改訂内容は表1-9、表1-10に示すとおりである。

これらの指針以前に設置された設備については、設計手法が指針で示された手法と異なることもあるので注意する必要がある。

なお、部分更新に際しては、最新の指針に照らし合わせて、整備することが望ましいが、規格、寸法、材質などの関係上、新しい基準に示された計算式で照査すると許容値を満足しないことが考えられる。このような場合は、設備に対する影響の大きさ等を考慮して、建設当時の設計値を適用するなどの対応が必要である。

表1-9 除塵設備設計指針（（社）水門鉄管協会）における主な内容

制定・改訂年月日	主な内容	備考
初版 平成10年12月25日	指針の適用範囲は、水力発電用、農業用、港湾用等の除塵機及びこれらに関連する設備 ・構造用鋼材として、SS400、SM400等が示された。 ・許容応力度、安全率、許容たわみ度の考え方が示されたが、基本的には水門鉄管技術基準・水門扉編 第4回改定版に同じである。 ・駆動装置の材料の安全率が示されたが、基本的には水門鉄管技術基準・水門扉編 第4回改定版に同じである。 ・余裕厚が規定され、淡水では片面1mm、汽水又は海水では片面1.5mmが示された。 ・最小板厚及び細長比が規定されている。 最小板厚は、腐食代を含み鋼板では6mm以上、形鋼では5mm以上、鋼管では3mm以上が示された。 ・駆動部各部の運転時の機械効率として、サイクロ減速機とスプロケットの効率が示された。 ・バースクリーンの目幅の標準値が示された。 ポンプ口径との関係、用水路の場合は50～100mm ・標準的な設計手法と設計参考例が示された。	新規

表1-10 鋼構造物計画設計技術指針（除塵設備編）における主な内容

制定・改訂年月日	主な内容	備考
初版 平成13年11月	指針の適用範囲は、頭首工、用・排水路、用・排水門及び取水口に設置される除塵設備。 ・構造用鋼材として、SS400、SM400等が示された。 ・許容応力の考え方として ①駆動系以外の材料の場合、②駆動装置の材料の場合に区分している。 ・最小板厚及び細長比が規定されている。 最小板厚は、腐食代を含み鋼板では6mm以上、形鋼では5mm以上、鋼管では3mm以上が示された。 ・余裕厚が規定され、淡水では片面1mm、汽水又は海水では片面1.5mmが示された。 ・たわみ度が規定され、スクリーンバー、受桁及びレーキ桁では1/800以下と示された。 ・標準的な設計手法が示された。	新規

1. 3 除塵設備の機能保全

除塵設備を構成する機器・部品等は、運転の時間経過とともに摩耗や腐食等の劣化が進行し、性能が低下するため、除塵設備の設置目的、機器等の特性、設置条件、操作状況等を考慮し、効率的かつ計画的に機能保全を実施する。

【解説】

(1) 保全方式の分類

保全とは、信頼性用語として「常に使用及び運用可能状態に維持する、又は故障、欠陥などを回復するためのすべての処置及び活動」と定義され、この保全の方式としては、予防保全と事後保全に大別される。

予防保全（Preventive Maintenance (PM)）は、設備の使用における故障を未然に防止し、設備を使用可能状態に維持するために計画的に行う保全であり、事後保全（Breakdown Maintenance (BM)）は、設備が性能低下、もしくは機能停止した後に使用可能状態に回復する保全である。予防保全はさらに、時間計画保全（Time Based Preventive Maintenance (TBM)）と状態監視保全（Condition Based Preventive Maintenance (CBM)）に使い分けられ、事後保全は通常事後保全（Planned Breakdown Maintenance (PBM)）と緊急保全（Emergency Breakdown Maintenance (EBM)）に分けられる（図1-7）。

なお、本手引きにおいては、全ての保全方式において、時間計画保全の一つである点検・整備が必須であることを前提としている。

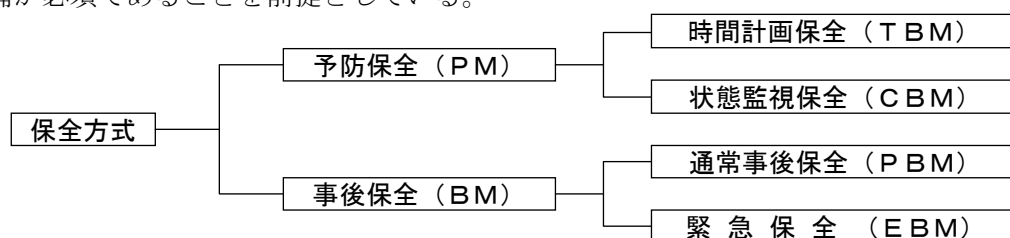


図1-7 保全方式の区分 (JIS Z8115)

(2) 予防保全の考え方

予防保全には、時間計画保全と状態監視保全がある。時間計画保全は、予定の時間計画（スケジュール）に基づく予防保全の総称で、予定の時間間隔で行う定期保全と設備や機器が予定の累積稼働時間に達したときに行う経時保全に大別される。計画的に実施する定期点検（月点検・年点検）や定期整備（定期的な部品等の交換含む）は、時間計画保全に含まれる。状態監視保全とは、運転中の設備の状態を計測装置などにより計測し、その計測値に基づいて保全を実施するものである。常に、設備状態の傾向を監視・分析することにより異常（劣化の程度）の早期発見や以後の劣化進行の予測を行い、適切な時期に保全を実施することが可能である。本手引きにおいては、日常点検、定期点検及び機能診断調査時の測定データによる劣化傾向の把握（傾向管理）も状態監視保全に含めるものとする。

(3) 事後保全の考え方

事後保全は、通常事後保全と緊急保全に分類されるが、通常事後保全とは、管理上、予防保全を実施しないと決めた機器・部品等の性能低下に対する処置をいう。緊急保全とは、管理上、予防保全を行うと定めた機器・部品等の予測が不可能な突発的故障に対する緊急処置をいう。

(4) 除塵設備の重要度区分と保全方式

除塵設備は、一般の機械設備に比べて部品点数が少なく構造も簡単な部類に属している。通常、保全方式は予防保全（PM）が基本であり、機器・部材等の不具合の兆候を早い段階で検知・監視しながら、その傾向管理を行う状態監視保全（CBM）を行うことが望ましいが、設備の重要度に応じて事後保全（BM）を適用するなど、保全の合理化を図ることも必要である。

例えば、事故が発生しても被害や復旧費用が少なく、予防保全を行うよりも明らかに経済的な設備は、機能診断調査の対象外とすることなどを検討するとよい。

除塵設備の重要度区分と適した保全方式について表1-11に示す。

表1-11 除塵設備の重要度区分と適した保全方式

設備の重要度	区分内容	対象設備の例	適した保全方式
レベルA (重要度 高)	設備が故障し機能を失った場合、国民の生命・財産に影響を及ぼす恐れのある設備	排水機場に設置される除塵設備	予防保全（PM）
レベルB (重要度 中)	設備が故障し機能を失った場合、営農を含む社会経済活動に影響を及ぼす恐れのある設備	頭首工、用水機場、幹線水路等に設置される除塵設備	予防保全（PM） 事後保全（BM） (※)
レベルC (重要度 低)	設備が故障し機能を失った場合、施設管理者の業務に影響が生じるものの、営農を含む社会経済活動への影響が限定的な設備	末端水路等に設置される除塵設備	事後保全（BM）

※ 施設の重要度や地域の要求性能を加味し予防保全か事後保全を決定する。

(5) 点検項目と点検周期の検討

除塵設備の機能保全に当たっては、より効率的に取り組む観点から、施設管理者が行う日常点検や定期点検等と連携・調整を図るとともに、設備・部位の重要度、使用条件、使用環境、稼働形態、装置や機器等の特性等を考慮して、適切な保全方式を設定し、点検・機能診断調査項目の抽出や点検周期の合理化を図ることが重要である。

例えば、重要な設備における点検においては、年点検、管理運転点検、運転時点検を全て行うことが望ましいが、設備の稼働形態が待機系と常用系に分かれる場合、運転時点検の少ない待機系においては、管理運転点検を必須とするなど、点検項目に軽重を付けるとよい。

また、点検周期の検討に当たっては、出水期／非出水期等、期別の稼働形態を加味して点検頻度を定めるなど、点検の合理化を図るとよい。点検周期の例を表1-12に示す。

表1-12 重要度や稼働形態を考慮した点検周期の例

設備の重要度	稼働形態 (※1)	点検周期		
		定期点検		日常点検
		年点検	管理運転点検	運転時点検
レベルA	常用系	1 回/年	—	標準周期
	待機系	1 回/年	標準周期 (※2)	稼働時
レベルB	常用系	1 回/年	—	標準周期×2 (※3)
	待機系	1 回/年	標準周期×2 (※4)	稼働時
レベルC	常用系 / 待機系	1 回/年	—	—

- ※1：常用系は、頭首工や用水機場等に設置される除塵設備など常時稼働する設備。
待機系は、洪水時排水機場に設置される除塵設備など常時動作しない設備。
- ※2：出水（かんがい）期は月1回を標準、非出水（非かんがい）期は2～3ヶ月に1回を標準とする。
- ※3：運転時点検項目が管理運転点検項目を満たす場合は、管理運転点検を兼ねて運転時点検を行い、その周期は標準の2倍程度に延長可能とする。
- ※4：レベルAの標準周期の2倍程度に延長可能とする。

（6）部位の劣化特性と重要度に応じた保全方式

1）機器・部材や部品等の劣化特性と保全方式

機器・部品等の故障の起こり方（劣化特性）は、一般的に経年劣化型、脆化型、突発型に分類され、それぞれの劣化特性に適応した保全の方式が、表1-13のとおり設定できる。このため、それぞれの劣化特性に合った保全方式を選択することが必要である。

表1-13 機器・部品等の劣化特性と保全方式

劣化特性	性能低下予測・傾向管理	基本的な保全方式
1. 経年劣化型 （性能低下の進行が時間・使用頻度に比例する場合）	可 能	〔状態監視保全 CBM〕 定期点検等によって性能低下の兆候及び進行状況を把握することができるため、状態監視保全を適用する。
2. 脆化型 （潜伏期間中は徐々に劣化が進み、ある時点を過ぎると急激に進行する場合）	可 能	〔状態監視保全 CBM〕 定期点検等によって性能低下の兆候及び進行状況を把握することができるため、状態監視保全を適用する。ただし、兆候が現れてから性能低下の進行が急激に進むため注意が必要である。
3. 突発型 （故障率が、時間/使用頻度に対してほぼ一定の場合。故障が突発的に発生する場合）	不 可	故障が突発的に発生することから事前に不具合の兆候を発見・把握することができない。 〔時間計画保全 TBM〕 影響度の大きい機器の場合は、定期的な取替・更新を適用し、未然に故障の発生を防ぐ。 〔通常事後保全 PBM〕 影響度が小さい機器の場合は、事後保全にて対応する。

（国土交通省「河川用ゲート設備 点検・整備・更新マニュアル（案）」を参考に整理）

2) 除塵設備の構成部位毎の重要度と保全方式

除塵設備の構成部位毎の重要度に対応する適した基本的な保全方式は、表1-14のように整理できる。

これは、設備機能の維持に対して影響度が大きい機器・部品等については、不具合の発生を極力回避するよう予防保全を適用して設備機能を確実に確保する一方、影響度の小さい機器・部品等については、事後保全を適用し、壊れるまで使うことで費用対効果を最大限に得ることを考慮している。従って、通常事後保全で良いと判断した部位については、機能診断調査の対象外とすることも検討する。

表1-14 部位の重要度に適した保全方式の例

部位の 重要度	設備への 影響度	定義	性能低下予測 傾向管理	適した保全方式
A	大	部位の劣化や破損により、重大事故や設備の機能停止につながる部位	可 能	状態監視保全（CBM） 時間計画保全（TBM）※
			不 可	時間計画保全（TBM）
B		部位の劣化や破損により、設備の性能低下につながる部位	可 能	状態監視保全（CBM） 時間計画保全（TBM）※
			不 可	時間計画保全（TBM）※
C	小	部位の劣化や破損が生じて、設備の性能低下が限定的な部位	可 能	通常事後保全（PBM） 状態監視保全（CBM）※
			不 可	通常事後保全（PBM）

※ 設備の重要度が高い設備にあつては、性能低下予測が可能であっても重要度A、Bの部位についてはTBMの適用を検討する一方、重要度Cの部位についてはCBMの適用を検討する。

なお、部位の重要度に対応する基本的な保全方式に従い、除塵設備を構成する各部位の重要度と適した保全方式を整理すると、表1-15に示すとおりとなる。(複数形式がある場合は、代表例を示している。)

表1-15 部位毎の重要度と適した保全方式の例

装置区分	形式	構成機器等	部 位	部位の重要度	保全方式の例		
					TBM	CBM	PBM
スクリーン	バースクリーン	①スクリーンバー	a 全体	A		○	
		②受桁	a 受桁フランジ	A		○	
			b 受桁腹板	A			
		③接合部	a 溶接	A		○	
			b ボルト、ナット	A			

「保全方式の例」欄の○印は適した保全方式を示すもので、略号の凡例は下記のとおり。

TBM：時間計画保全

CBM：状態監視保全

PBM：通常事後保全

装置 区分	形式	構成機器等	部 位	部位の 重要度	保全方式の例		
					TBM	CBM	PBM
除塵機	背面降下前面揺揚式	①レーキ	a 全体	A		○	
		②レーキチェーン	a チェーン	A		○	
			b ローラ	A			
			c スプロケット	A			
			d 緊張装置	A			
		③電動機	a 全体	A		○	
			d 軸受	A			
			c ブレーキ	A			
		④減速機	a 全体	A		○	
		⑤駆動部	a チェーン	A		○	
			b スプロケット	A			
			c 軸受	A			
		⑥ガイドレール	a 全体	A		○	
		⑦エプロン	a 全体	B		○	
		⑧位置リミットスイッチ	a 全体	A	○		
		⑨フレーム	a 全体	B		○	
		⑩接合部	a 溶接	A		○	
			b ボルト、ナット	A			
		⑪塗 装	a 全体	C		○	
	移動式レーキアーム往復油圧シリンダ式	①レーキ	a 全体	A		○	
		②油圧装置	a 油圧シリンダ	A		○	
			b 油圧ユニット	A			
			c 油圧配管	A			
		③車輪部	a 車輪	A		○	
			b 軸受	A			
			c レール	A			
		④電動機	a 全体	A		○	
			d 軸受	A			
			c ブレーキ	A			
		⑤減速機	a 全体	A		○	
		⑥駆動部	a チェーン	A		○	
			b スプロケット	A			
			c 軸受	A			
		⑦エプロン	a 全体	B		○	
		⑧位置リミットスイッチ	a 全体	A	○		
		⑨フレーム	a 全体	B		○	
		⑩接合部	a 溶接	A		○	
			b ボルト、ナット	A			
		⑪塗 装	a 全体	C		○	

「保全方式の例」欄の○印は適した保全方式を示すもので、略号の凡例は下記のとおり。

T B M：時間計画保全

C B M：状態監視保全

P B M：通常事後保全

複数の保全方式に○が付いている場合は、併用する。

装置 区分	形式	構成機器等	部 位	部位の 重要度	保全方式の例		
					TBM	CBM	PBM
搬送装置	ベルトコンベヤ式	①ベルト	a 全体	A		○	
		②駆動プーリ	a プーリ	A		○	
			b 電動機	A			
			c 軸受	A			
		③従動プーリ	a プーリ	A		○	
			b 軸受	A			
			c 緊張装置	A			
		④キャリアローラ	a ローラ	B			○
			b 軸受	B			
		⑤リターンローラ	a ローラ	B			○
			b 軸受	B			
		⑥スクレーパ	a 全体	C			○
		⑦スカート	a 本体	C		○	
			b ゴム板	C			
		⑧非常停止装置	a スイッチ	A	○	○	
			b 引綱	A			
		⑨フレーム	a 全体	B		○	
		⑩接合部	a 溶接	A		○	
			b ボルト、ナット	A			
		⑪塗 装	a 全体	C		○	
	チェーンコンベヤ式	①フライト	a 全体	A		○	
		②電動機	a 全体	A		○	
			b 軸受	A			
		③駆動部	a コンベアチェーン	A		○	
			b スプロケット	A			
			c 軸受	A			
			d 緊張装置	A			
		④ガイドレール	a 全体	B		○	
		⑤トラフ	a 全体	B		○	
		⑥非常停止装置	a スイッチ	A	○	○	
			b 引綱	A			
		⑦フレーム	a 全体	B		○	
		⑧接合部	a 溶接	A		○	
			b ボルト、ナット	A			
		⑨塗 装	a 全体	C		○	

「保全方式の例」欄の○印は適した保全方式を示すもので、略号の凡例は下記のとおり。

T B M : 時間計画保全 C B M : 状態監視保全 P B M : 通常事後保全

複数の保全方式に○が付いている場合は、併用する。

装置 区分	形式	構成機器等	部 位	部位の 重要度	保全方式の例		
					TBM	CBM	PBM
貯留装置	カットゲート形	①貯留部	a 全体	B		○	
		②排出部	a カットゲート	B		○	
			b 軸受部	B			
		③電動シリンダ	a 電動機	A		○	
			b 減速機	A			
			c 位置リミットスイッチ	A	○		
			d ロッド	A			
		④フレーム	a 全体	B		○	
		⑤水切り装置	a 全体	C			○
		⑥塗装	a 全体	C		○	
	底板スライド形	⑦接合部	a 溶接	A		○	
			b ボルト、ナット	A			
		①貯留部	a 全体	B		○	
		②排出部	a スライドゲート	B		○	
			b ガイドレール	B			
		③電動シリンダ	a 電動機	A		○	
			b 減速機	A			
			c 位置リミットスイッチ	A	○		
			d ロッド	A			
		④フレーム	a 全体	B		○	
		⑤水切り装置	a 全体	C			○
		⑥塗 装	a 全体	C		○	
		⑦接合部	a 溶接	A		○	
			b ボルト、ナット	A			
機 側 操作盤	—	①盤一式	a 全体	A	○		

「保全方式の例」欄の○印は適した保全方式を示すもので、略号の凡例は下記のとおり。

T B M：時間計画保全 C B M：状態監視保全 P B M：通常事後保全

複数の保全方式に○が付いている場合は、併用する。

3) 使用条件と使用環境の検討

除塵設備の寿命は、設備の使用条件（使用頻度による摩耗部の消耗度合や、疲労度合の相違）や使用環境（水質、大気条件等）に影響されるため、これらを考慮し、点検・整備の内容や周期に重みを付けるなど、現場条件にあった対応が必要である。

4) 保全対策の範囲と同期化の検討

個々の機器・部品等の保全対策（交換・修理等）をその都度行くと、共通作業回数が増え保全費用が高くなることもあるため、保全対策時期の同期化を図ることが重要である。この

とき、設備の保全対策範囲は、設備、装置、機器及び部品の各階層を対象に、機器の特性、保全方式、経済性及び信頼性を勘案して効率的な対策範囲を検討することが重要である（図1-8）。例えば、電動機など機械単体品と呼ばれる機器は、部品単位で交換する場合よりも機器全体を交換する方が合理的で信頼性が高く、長寿命化や経済性につながる場合がある。

また、軸受のように複数ある機器・部品等では、どれかに不具合が生じると他も同様の不具合が生じる可能性が高いため、同時に保全対策を行う方が効率的な場合もある。

設備の更新

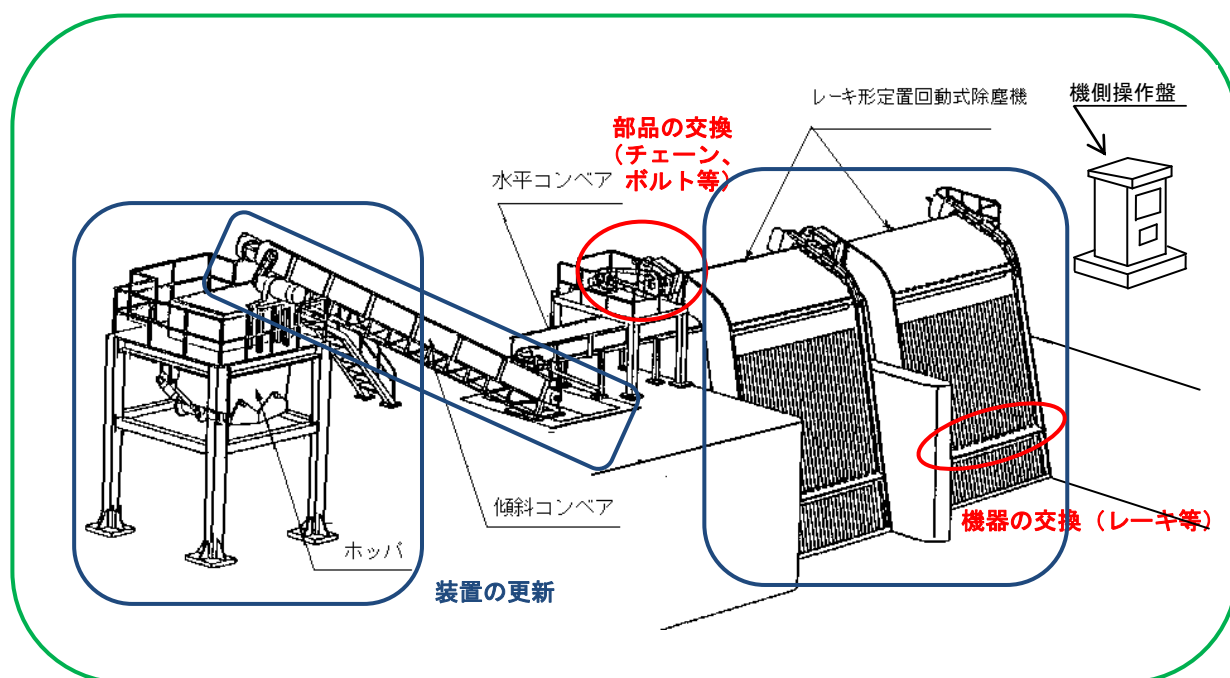


図1-8 施設機械設備の保全対策の単位（除塵設備の例）

1. 4 除塵設備の性能低下

除塵設備を構成する機器・部品等は回転により発熱する部位と水に接触する部位等を有しており、使用時間とともに摩耗や腐食等の劣化の進行により故障が発生し、やがては設備全体の性能が低下する。

【解説】

(1) 除塵設備の劣化と故障

除塵設備は、流水中の塵芥を除去、貯留することから接水や流水にさらされる期間が長く、使用目的によっては操作頻度も多くなり、腐食、摩耗、局部的変形等の劣化現象が生じ易い環境にある。これらの劣化度合いが許容範囲を超えると、塵芥を除去する機能や設備の強度・剛性等、安全性に関わる性能が低下し、又は操作不能に至って設備そのものの故障以外に、設備周辺への溢水による災害などを引き起こすことにもなりかねない。

設備を構成する機器等は、一般的に使用時間の経過とともに、初期故障、偶発故障、摩耗故障の順に推移して、劣化も次第に進んでいく（この故障率曲線をバスタブ(Bath-tub)カーブと呼ぶ。図1-9）。機器等の劣化は、製造された時点から種々の要因によって、徐々に進行し、設計上の許容範囲を越えたときに故障として現れる。このような劣化による故障は摩耗故障期に現れる。故障率及び信頼度と経過年との関係を図1-10に示す。

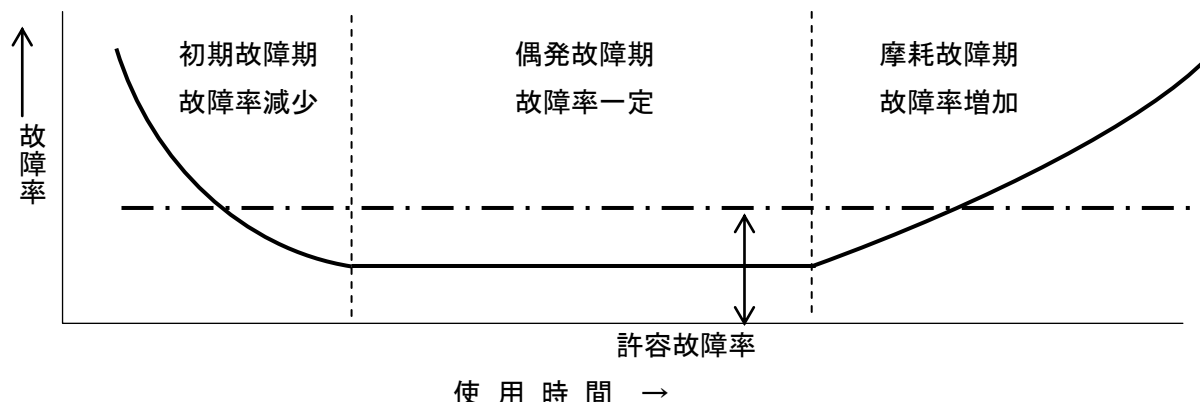


図1-9 使用時間と発生する故障の関係

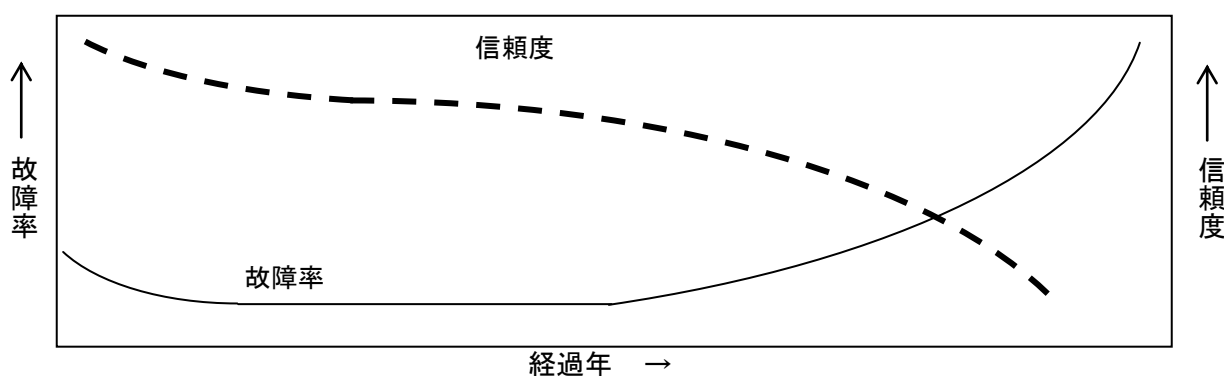


図1-10 故障率、信頼度と経過年の関係

(2) 除塵設備の劣化要因と現象

除塵設備の劣化要因には、主に機械的、化学・電氣的、環境的要因がある。劣化要因別の代表的な劣化現象を次に示す。

1) 機械的要因

- ①回転部、摺動部、接触部の摩耗
- ②機械的衝突、機械的負荷の繰り返しによる疲労（亀裂、破損）
- ③引張、曲げ、ねじれ応力によるひずみ等（クリープ的に増大するもの）

2) 化学・電氣的要因

- ①水との接触による腐食
- ②異種金属間の接触による腐食

3) 環境的要因

- ①気象条件（温度変化（季節、昼夜等）、凍結等）に起因する変形・破壊等
- ②水質（塩分濃度等）や飛来塩分に起因する腐食の促進
- ③日光（紫外線）、酸素（オゾン）によるベルトや塗膜劣化
- ④塵埃、湿気等による電気系統の絶縁劣化
- ⑤流砂等によるスクリーン、塗膜の摩耗
- ⑥塵芥等による塗膜損傷、レーキとスクリーンの間隙へ塵芥等がかみ込むことによる操作不良に起因するレーキ・スクリーンの変形、ベルトチェーンの損傷

4) その他要因

- ①ネズミ等によるケーブルの食害、爬虫類の機側操作盤内侵入によるショート
- ②鳥害（各部への鳥の巣の影響、鳥の糞による腐食）

1. 5 除塵設備の機能保全の流れ

除塵設備における機能保全は、日常点検に始まり、機能診断調査、機能診断評価を経て、保全対策や点検・整備計画等を含んだ機能保全計画を策定し、同計画に基づき機能保全対策の実施、再び日常点検、機能診断のサイクルを繰り返すという流れで実施される。

【解説】

除塵設備における機能保全計画策定までの、機能保全の実施手順を図1-11に示す。

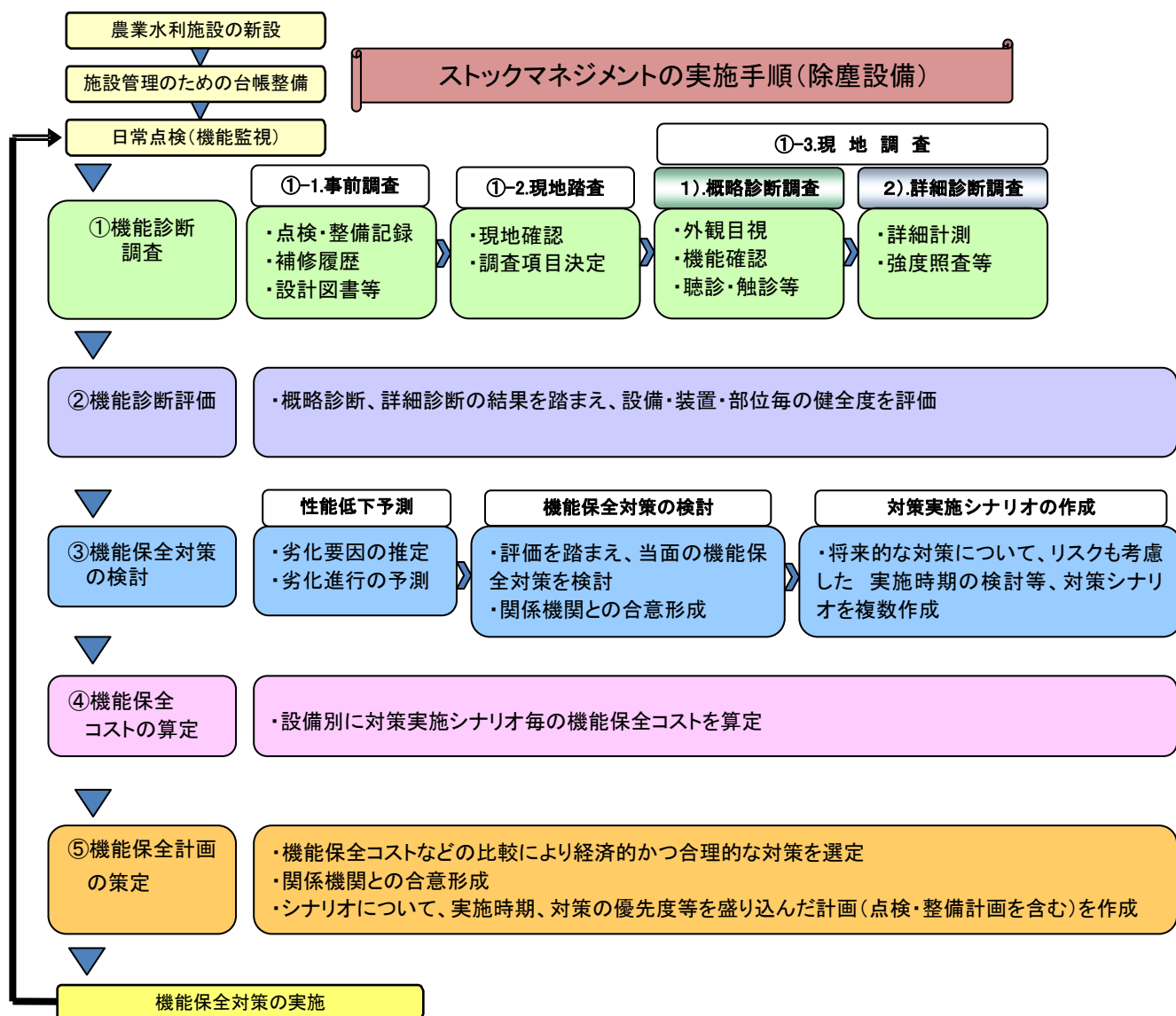


図1-11 機能保全の実施手順

第2章 機能診断調査

2. 1 基本的事項

機能診断調査は、事前調査、現地踏査及び現地調査によって除塵設備の性能レベル（健全度）を把握する目的で実施する。機能診断で実施する調査内容や手法の選定に当たっては、構成する機器ごとの特性を踏まえ、調査の目的を明確にした上で、その目的に対応した最適な手段を選択する必要がある。

【解説】

（1）機能診断調査の基本的な考え方

機能保全では、設備が適正な性能レベルで管理されているかを判断し、性能レベルの低下がみられる場合はレベルの低下に応じた機能保全計画（点検・整備計画を含む）を立案する流れとなる。このうち、性能レベル（健全度）を把握する目的として機能診断調査を実施する。施設管理者が行う点検では要求性能を満たしているか否かを判定するのに対し、機能診断では、どの程度要求性能を満たしているか、あるいはどの程度性能が低下しているかを判定する。このため、事前調査や現地踏査で健全度が判定できる場合（例えば設置後、数年程度の経過で日常管理でも異常がない設備や、適正な点検整備により履歴管理がなされており、健全度が明らかに高い（S－5、S－4）と判断できる場合）は現地調査を省略してもよい。

機能診断調査で一般的に行う調査項目と調査方法については、参考資料編で概略診断と詳細診断に分けて示してあるが、同じ計測をするにしても期待する精度、対象となる部位の特性（寸法、形状、材質、他）、計測条件（屋内、屋外、水中、他）等によって使用する計測器具や仮設機材も異なるため、このようなことを考慮して最適な手段を選択する必要がある。また、劣化の要因や不具合の原因を特定するために実施する調査等では、何を明らかにしたいかという目的（水質、摩耗量、他）を明確にした上で、その目的に対応した調査内容と最適な手段を選択する必要がある。

なお、調査を行う際は、調査の結果により判定できる事実がもたらすコストの縮減やリスクの回避といった価値と、調査に要する費用等が見合うものであるか、などの視点での検討も必要である。

また、機能診断調査に係る情報は、一元化を図りデータベースとして蓄積するとともに、調査に当たっては、これらを施設の状態を把握するための基礎情報として活用する。

（2）機能診断調査の手順

除塵設備の機能診断調査は、効率的に施設を把握する観点から以下の3段階を基本とし、除塵設備の構成要素毎の主要な劣化及び劣化特性を踏まえて、合理的に調査を実施する。詳細な流れは図2-1の機能診断調査の手順に示すとおりである。

- ①資料収集や施設管理者からの聞き取りによる事前調査
- ②設備の概況把握、仮設の必要性確認、現場の制約事項の確認等を行う現地踏査
- ③目視、計測等により定性的・定量的な調査を行う現地調査

1) 事前調査

事前調査は、現地調査の実施方法の検討を目的とし、農業水利ストック情報などのデータベースの参照、設計図書、点検整備記録、管理・故障・補修履歴等の文献調査、施設管理者からの聞き取り調査等により、機能診断調査のための基本的情報を収集する。

2) 現地踏査

現地踏査は、技術的知見を持つ技術者が目視により対象施設を調査することで、劣化箇所の位置、劣化の内容や程度、水没部等の不可視部分、現地調査に伴う仮設等の必要性などを概略把握し、現地調査の実施方法や調査範囲を具体的に検討することを目的とする。

3) 現地調査

現地調査は、事前調査及び現地踏査の結果から、設備の重要度や経済性を踏まえて効率的な調査計画を検討し、現地において定性的・定量的な調査や診断を実施する。診断には、五感による目視・聴音等や簡易計測等の簡易診断による定性的な概略診断調査と、必要に応じ詳細計測等を行う定量的な詳細診断調査の流れで調査を行う。

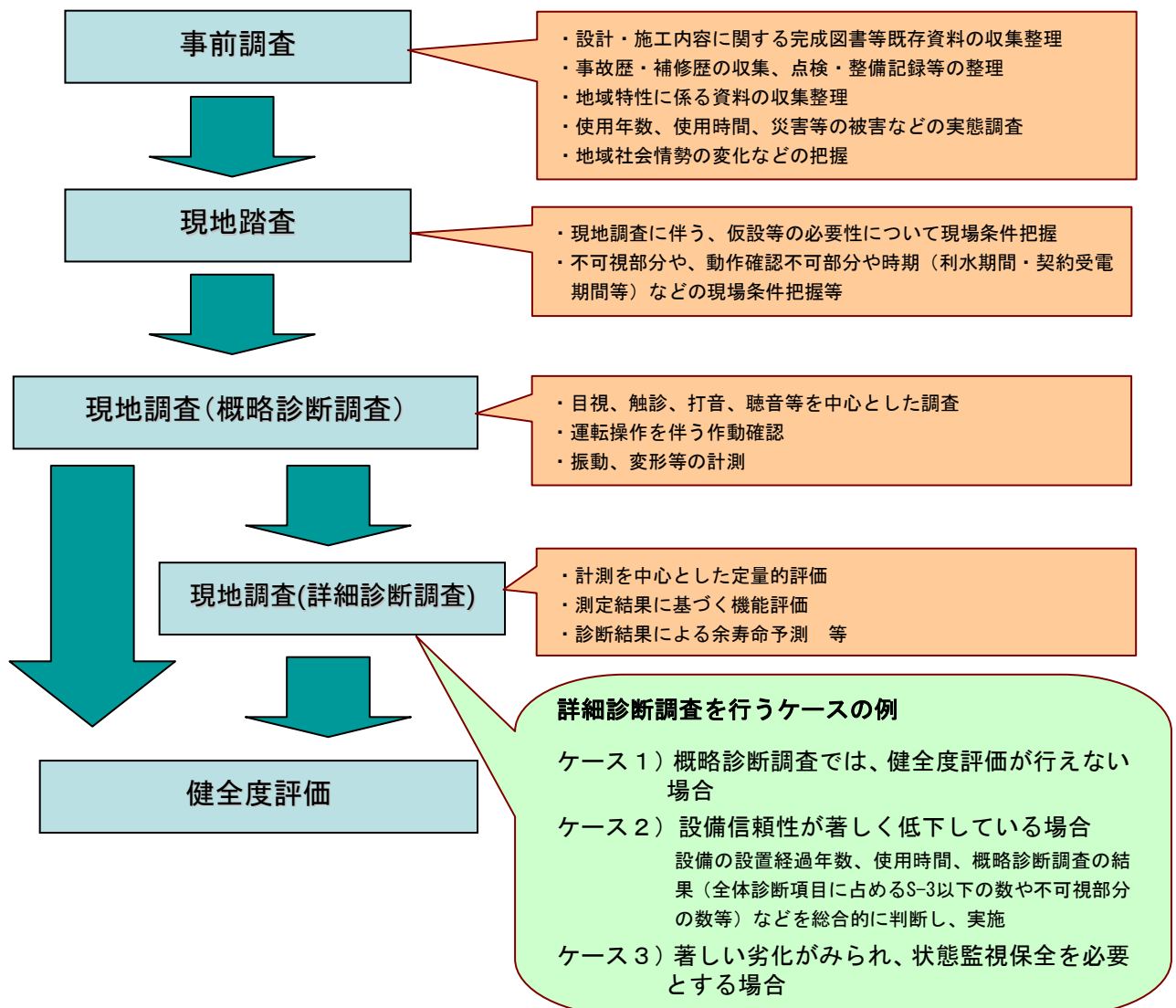


図2-1 機能診断調査の手順

2. 2 事前調査

事前調査では、設備の状況や問題点等を把握するために、関係機関から事前に既存資料収集や聞き取り調査等を行う。これにより、現地での機能診断調査項目を決定し、健全度評価や劣化対策等に必要となる情報を収集・整理する。

【解説】

(1) 既存資料の収集・整理

1) 設計、施工内容に関する既存資料の収集整理

設計、施工内容に関する調査では、施設管理者等から除塵設備の設計図書（設計図、業務報告書）、完成図書（竣工図、施工記録等）、施工方法、使用材料及び施工年月に関する資料、事業誌、工事誌並びに用地関係の資料を可能な限り収集するとともに、必要に応じて、構造物の設計者及び施工者に対して聞き取り調査を行う。

特に、レーキチェーンピッチ量(摩耗による伸び)判定並びに傾向管理による判定を行う場合、設置当初の計測値と対比する必要があることから、装置や機器の仕様・施工管理データを収録した当該設備の「完成図書」が必要となる。

また、設置後の運転記録(運転時間や計測機器の指示値及び故障データ含む)や今日まで設備に対して実施してきた機器・部品等の交換、補修等の状況を把握できる「故障履歴情報」「補修・整備履歴情報」「運転操作記録」「点検・整備時の計測記録情報」等を収集するものとし、施設管理者からこれらの情報の聞き取りを行い整理するものとする。

主な調査項目は次のとおりである。

①除塵設備の設置されている頭首工、用・排水機場等の名称、所在地、設計者及び施工者

この項目は調査対象の構造物の基本事項であり、必要に応じて設計者や施工者への聞き取り調査を行う。

②竣工年月

設計図書、竣工図面などから竣工年月（施工時期）を調査する必要がある。劣化現象は経年的に進行する場合もあることから、竣工後の経過時間を把握することにより、劣化現象の原因の把握、今後の予測などを行う基礎的資料となる。

また、施工当時の各種基準、材料特性などを把握することができ、それにより劣化要因を推定することが可能となる場合もある。

③設計内容

設計図書（設計図、業務報告書）、完成図書（竣工図、施工記録、取扱説明書等）から、構造物の用途・規模・構造等、当初の設計条件、荷重条件、地盤条件、部材条件等を調査し、設計内容の妥当性の確認を行うとともに、当初と現在の設計基準・規格内容を比較し、必要に応じて現在の設計基準により安全性の確認を行う。また、現地踏査及び現地調査結果と比較することにより、設計条件との違いを明らかにし、それにより劣化要因を想定することが可能となる。

④運転履歴・維持管理内容

施設機械設備の劣化は設備の運転時間、維持管理内容やその頻度に大きく影響されるため、運転記録や維持管理内容・運転頻度、保守整備費等の情報を収集する。

2) 事故履歴・補修履歴の収集整理

設備を良好な状態に維持し、適切な整備・補修方法を選定するためには、設備の故障や整備・補修の履歴を所定の様式により記録し、設備の機能・性能がどのような状態にあるかを絶えず把握しておく「履歴管理」が重要である。

整備・補修の履歴は、設備の機能状態、劣化状態等を定量的に把握するための基礎資料として可能な限り詳細に記録しておくことが必要であり、これらデータの変化や推移をみることで異常の兆候をいち早く発見するのにも有効利用できるため、これらの情報を収集する。特に、経年劣化の推移を把握するためには、写真データが有効である。

履歴管理に必要な項目と内容については表2-1に示す。

表2-1 履歴管理に必要な項目と内容

項 目	内 容
点検・保守記録 整備・補修記録 故障・修理記録 運転記録	日常、定期、臨時点検結果、外部委託の場合に要した費用 整備・補修内容、整備・補修年月日、補修交換部品等名称、 整備・補修に要した費用 故障部位、故障内容、故障原因、故障発生年月日、 修理処置内容、交換部品等名称、修理年月日、修理に要した費用 運転管理（運転頻度、総運転時間、年平均運転時間、年毎運転時間等）

3) 地域特性に係る資料の収集整理

塩害、酸性河川等の水質環境、塵芥物の変化等により劣化を促進させる地域特性が存在する場合は、これらを把握しておくことが必要である。

4) 施設管理者に対する問診事項及び取りまとめ方法

施設管理者に対する問診事項としては、設備のどの部分に、どのような劣化や異常が発生しているかを基本とするが、可能な限り劣化の程度や水管理・保守上の課題、維持補修費用、除塵機等の操作の実態等まで確認することが必要である。

劣化が顕在化している箇所では、設備改修の緊急性等について施設管理者の意識・要望等を把握する。除塵設備は頭首工、用・排水機場等に設置される構造物であることから、河川流況や取水期間等により対策範囲や期間に制約を受けることが多いため、現地調査時に断水調査等を想定している場合は、通水期間、断水可能期間（時間）などを把握しておく。特に、角落しがなくても土嚢等で断水が可能であるか、角落しを使用して断水する場合は角落しが使用できる状態にあるか等を入念に確認する。

施設管理者への問診は、通常、表2-2～2-5の例に示すような事前調査表に施設管理者が定期的に記入し、それらの調査票を機能診断調査の実施者が収集・整理する。

5) 塵芥処理実績の把握

設置後、数十年経過している場合、除塵設備を取り巻く周辺環境も大きく変わっていることが多く、流砂や流木及び塵芥物の流下物や水質の変化、設備の管理体制や操作対応の変化等も、「機能保全計画書」作成時の対策工法等の決定に重要な要素となるため、以下の事項について、事前調査の段階で施設管理者から聞き取り等により把握することが必要である。

1. 除塵設備の稼働状況（稼働時間、稼働頻度）
2. 流入塵芥量（月又は年間の平均塵芥量、ピーク時の塵芥量、季節的な変動量）
3. 塵芥の質（塵芥の最大、平均的な形状・寸法、最多塵芥の種類）
4. 塵芥処理時の流入水量及び水位
5. その他塵芥処理時の補助作業の有無

表2-2 除塵設備の事前調査表（設備概要） 記載例(1/4)

項	目	内	容
1. 地区の概要			
事 業 名		国営〇〇農業水利事業	
地 区 名		〇〇平野地区	
除塵設備の設置されている 施設名称		〇〇排水機場（又は、用水機場、用・排水路、頭首工等）	
設 置 場 所		〇〇市△△町字〇〇地先	
管 理 者 名		〇〇改良区	
施 工 業 者 名		〇〇鉄工所(株)	
施 工 費 用		〇△千円	
設置年月日(供用年月日)		平成12年3月(供用：平成12年4月1日)	
設備の重要度			
設 備 概 要 (主要機器仕様)		①除塵機：背面降下前面掻揚式 B2.0m×H3.0m — 2面 引上げ速度 — 5m/min ②スクリーン：スクリーンバー — 目幅30.0mm ③搬送装置：ベルトコンベヤ式 平ベルト10m、速度 — 20m/min ④貯留装置：ホッパ — カットゲート形 ⑤操作設備：中央-機側 監視操作卓、現場操作盤 3面	
除塵設備全体図			
除塵設備全景写真			

表2-3 除塵設備の事前調査表（設備概要） 記載例(2/4)

項 目	内 容				
1. 設備の概要					
設 備 名	〇〇排水機場 1号除塵機				
設 備 仕 様	背面降下前面掻揚式 2.0m×3.0m				
施工業者名(保守業者含)	〇〇鉄工所(株)				
施 工 費 用	〇△千円				
設置年月日(供用年月日)	平成12年3月(供用：平成12年4月1日)				
2. 既存資料の整理状態					
・ 改造後の図書の有無					
3. 点検・整備実績					
実施年月日	対象機器	点検整備内容	実施者(業者名等)	費用(千円)	
H15. 3.26	除塵機全体	点検整備	(株)〇〇鉄工所	〇〇〇	
H20.10.23	除塵機全体	塗替塗装	〇〇塗装店	〇〇〇	
H20.10. 9	機側操作盤	取替	(株)〇〇鉄工所	〇〇〇	
4. 機器・部品等の交換実績					
交換年月日	交換機器・部材名	規格・材質・メーカー	交換理由	数 量	
H17.10. 9	マグネットSW (1号除塵機49-1 (THR-MC))		劣化	3 個	
5. 故障・不具合の記録					
発生年月日	故障原因	工期	故障前の兆候	内容	取替部品内訳 費用(千円)
6. 事故記録					
発生年月日	原 因	内 容	対応措置方法		
7. 管理・操作体制状況					
管理人員 〇〇名					
8. 稼働状況、塵芥、周辺環境等に関する事項					
除塵設備の稼働状況	回／年程度	回／月程度	時間／回程度		
流入塵芥量	平均塵芥量 t／年、ピーク時の塵芥量 t／時間、 季節的な変動量 t／月(月) ～ t／月(月)				
塵芥の質	最大寸法 m、平均的な形状・寸法： 塵芥の種類：	形× m、			
塵芥処理時の流況	塵芥処理時の流入水量 m ³ /s、上流水深 m				
補助作業の有無	塵芥処理時の補助作業の必要性(有、無)				
騒音、異臭	周辺住民からの苦情の有無：騒音(有、無)、異臭(有、無)				
9. その他特記事項					

※設備毎に作成する。

表2-4 除塵設備の事前調査表（設備点検・整備履歴） 記載例(3/4)

設備名	装置区分	部位名	施工方法	初期投資費 (千円)	設置後経過年数										合計 (千円)
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	30	
○揚水機場△△除塵設備	スクリーン	スクリーン 本体	既設仕様で交換											△ 100	100
		整備費	小計		0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100
			累計		0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100
	1号除塵機	レキチェーン	既設仕様で交換											3,000	3,000
		レーキ													0
		駆動用 チェーン													0
		塗 装													
		整備費	小計		0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,000	3,000
			累計		0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,000	3,000
	搬送装置	ベルト	既設仕様で交換											○ 100	100
		スカートゴム													
		駆動用 チェーン													
		塗 装	再塗装(エポキシ+ポリウレタン系)									△ 21			21
		整備費	小計		0	0	0	0	0	0	0	21	0	100	121
			累計		0	0	0	0	0	0	0	21	21	121	121
	機側操作盤	本体内部 部品	既設仕様で交換											○ 100	100
		整備費	小計		0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100
			累計		0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100
	整備費の集計	整備費 合計		8,000	0	0	0	0	0		0	21	0	3,300	3,321
		整備費 累計		8,000	0	0	0	0	0		0	21	21	3,321	3,321

※表中の数値は整備費（千円）（仮設・人件費込み）を示す。

※○印:交換、△:補修（事故や故障による交換、補修の場合は●、▲とすること）

表2-5 除塵設備の事前調査表（設備の現状） 記載例(4/4)

整理番号	001	調査年月日	平成19年8月30日
地区名	〇〇平野地区	記入者	山田 太郎
施設名	〇〇揚水機場	前回分解点検実施年月日	平成〇年〇月〇日
項目	異常の有無、内容※1	異常箇所※2	
構造上の変状	スクリーン 1. 異常有り ①外観に異常が見られる（劣化、発錆、摩耗、損傷・変形、ボルト・ナットのゆるみ・脱落等） ②その他の異常が見られる（ 2. 異常無し 【特記】		
	除塵機 1. 異常有り ①清掃状態が不良である（ごみ、流木、土砂の堆積等） ②外観に異常が見られる（損傷・劣化、摩耗、継目の変状等） ③異常な振動・音が発生している ④掻揚機能に支障がある ⑤レーキチェーンに緩みがある ⑥その他の異常が見られる（ 2. 異常無し 【特記】	1号ポンプ吸込水槽側	
	搬送装置 1. 異常有り ①清掃状態が不良である（ごみ、流木、土砂の堆積等） ②外観に異常が見られる（損傷・劣化、摩耗、継目の変状等） ③異常な振動・音が発生している ④搬出機能に支障がある ⑥その他の異常が見られる（ 2. 異常無し 【特記】		
	貯留装置 1. 異常有り ①清掃状態が不良である（ごみ処理が不十分等） ②外観に異常が見られる（損傷・劣化、摩耗、継目の変状等） ③異常な振動・音が発生している ④貯留物の落下等が見られる ⑤異臭がする ⑥その他の異常が見られる（ 2. 異常無し 【特記】		
	機側操作盤 1. 異常有り ①外観に異常が見られる（盤面及び盤内機器変色等） ②計器類が正常に作動しない ③異常な振動・音が発生している ④異常な過熱が見られる（絶縁劣化、変形、ひずみ等） ⑤異臭がする ⑥その他の異常が見られる（ 2. 異常無し 【特記】・配電盤回路の絶縁抵抗値が低下している		
操作管理上の不具合	（調査時には顕在化していない事象も含めて、日常の操作管理を行う上で感じている不具合等を聞き取る） 1. 異常有り ①現在のスクリーンでは、目幅が広すぎて塵芥が十分捕獲できない ②現在のスクリーンでは、目幅が狭すぎて必要以上に小さい塵芥まで捕獲する ③スクリーン前後の水位差が、設計条件以上になる場合がある ④除塵機の塵芥処理能力が小さい ⑤コンベヤの塵芥処理能力が小さい ⑥ホッパの塵芥貯蔵容量が小さい ⑦その他の不具合が見られる（ 2. 異常無し 【特記】	1号除塵機	
定期点検実施の有無	1. 定期的に実施（前回実施日：H18年8月30日） （周期：〇〇に1回） 2. 不定期に実施（前回実施日：H〇年〇月〇日） 3. 未実施 4. 点検・整備記録の有無 【特記】 適用しているマニュアル名を記載する。（例 基幹水利施設指導・点検・整備マニュアル（揚水機場編）又は（排水機場編））		

※1：異常の有無、内容は、該当する番号に○印をつける。

※2：異常箇所は、発生している位置を記入する。（例 1号ポンプ吸込水槽側）

2. 3 現地踏査

現地踏査では、現地調査の実施手順等を決定するために、事前調査で得られた情報をもとに現地に、現場条件などの必要な事項を把握する。

【解説】

事前調査で得られた情報をもとに、現地を踏査して設備一式を観察することを原則とする。劣化箇所的位置や劣化の内容、程度を概略把握し、現地調査箇所、調査項目、調査方法を決定する。現地踏査は、日常管理を通じて平常時の状況を熟知する施設管理者と一緒に実施することが望ましい。

現地踏査では、運転中の状況確認が非常に重要であるため、調査の実施時期について、施設管理者と十分な調整が必要である。

（１）踏査方法

- ①目視により設備全体を観察し、劣化の有無や劣化の内容・程度を概略把握する。
- ②劣化要因把握のため水質など周辺環境条件等を把握する。
- ③現地調査に先がけて、不可視部分の確認、仮設の必要性の有無、動作確認に必要な電源の確保の可否、診断可能時期などの把握を行う。

（２）現地踏査時の問診

現地踏査時に施設管理者及び操作員に対して行う除塵設備の問診例として、除塵設備の現地踏査表の記載例を表2-6に示す。

なお、現地踏査では、定量計測等の現地調査が可能かどうかを確認する。

特に操作の可否と水位の状態を確認するとともに、吸水槽又は水路底への進入方法を確認することも重要である。

表2-6 除塵設備の現地踏査表 記載例

整理番号	〇〇〇	踏査年月日	平成〇〇年〇〇月〇〇日		
地区名	〇〇平野地区	記入者	〇〇〇〇		
施設名	〇〇排水機場 除塵設備				
写真整理No.	No. 〇-〇～〇-〇				
異常等 現地確認	設備名称				
	異常の内容 (現地確認)	事前の問診調査内容に追加等なし			
	設備名称				
	異常の内容 (現地確認)				
環境条件	堆砂状況	上流側に堆砂あり			
	水質状況	特に問題なし			
	その他				
仮設の 必要性	吊上げ設備	角落しの吊り込みにトラッククレーンが必要			
	足場	傾斜コンベヤ及びホッパの調査に足場が必要			
	水替工	仮締切り及びそれに伴う水替工が必要 (写真No. 〇〇参照)			
	その他 (角落しの有無)	重機・大型トラック (〇〇ton級) のアクセスにも問題ない。 角落しは格納されているが、水密ゴムを取り換える必要がある。			
診断時期	受電期間	通年受電			
	診断時期	農閑期 (〇月〇日～〇月〇日) であれば、制約条件が少ない。			
	その他	除塵機については常に1基は運転が可能な状態を維持する必要がある。			
現場状況の 制約事項	動作確認の可否	可能であるが、民家が近いので、運転は日中に行う。			
	不可視部	水没部下部フレーム、			
	その他				
必要な 安全対策	一般的な安全対策を適用すればよい。				
特記事項： 特に無し					

2. 4 現地調査

現地調査では、事前調査・現地踏査で得られた結果等を勘案して、調査項目及び調査内容を設定し、目視や計測等により劣化の程度を定性的・定量的に把握する。

現地調査を実施するにあたり、現場条件により制約を受ける場合においても、可能な限り、効率的な調査を行い設備の健全度の把握に努める必要がある。

【解説】

土地改良施設を有効に利用するためには、設備の長寿命化や保全コストの低減、更には更新をいかに合理的・経済的に実施するかが重要である。

そのためには、設備の機能診断調査を行い、余寿命を把握し、その結果をもとに有効な保全対策を検討することが必要である。

設備の機能診断調査は、当該時点での設備の機能・性能がどの程度の状態になっているのかを判断するものであり、これらの結果より、余寿命を推定し、異常あるいは故障に関する原因及び将来への影響を予知・予測するものである。設備の診断は、五感や簡易な計測などによる概略診断調査、必要に応じ専門技術者が行う詳細診断調査とレベルを高めていく方法をとる。

なお、現地調査を行う場合、写真管理を行っておくと、経年劣化の進行状況や、専門家などへ意見を求める場合に有効である。

また、現地調査で、除塵設備の操作を伴う調査を行う場合は、管理規程等を遵守する必要がある。

（１）概略診断調査

視覚、触覚、聴覚等の五感による判断と付属計器類の指示値、簡易計測器の測定値、日常・定期点検記録や整備・補修記録及び運転操作記録等から異常の有無の確認が主な作業内容となる診断である。概略診断調査において健全度の把握ができない場合は詳細診断調査に移行する。

除塵設備における異常音などの判断は、通常維持管理時の正常時の音と比較し、相対的な判断を要するため、施設管理者を伴う診断が必要となる。

（２）詳細診断調査

設備・機器・部材の状態について、専門技術者が行う調査であり、計測器等を用いた定量的調査（強度計算等を含む）や定性的調査の総合判断によって、劣化の程度（原因）の判定を行うものである。

なお、概略診断調査で問題がみられなくても、電動機・レーキチェーン及びベルトなど経年変化や使用時間に伴って摩耗する部位について、定期的な交換や点検・整備がなされていない場合は、耐用年数や使用時間を考慮し、必要に応じて詳細診断調査を行うことを検討する。

詳細診断調査を行うことにより摩耗の進行速度や余寿命等を予測でき、適切な修理・交換時期の判断が可能となる。

（３）不可視部分等の取り扱い

設備の現場条件によっては、点検や機能診断調査が行えない不可視部分（部位）がある。そ

の不可視部分については、別の診断方法による評価を行う。

1) 代表的な不可視部分等

不可視部分は、常時水没状態にある設備が想定される。

これによる不可視部分の項目は次のとおりである。

- ① 水没状態にあるスクリーン、受桁、フレーム等の診断
- ② 水没状態にあるチェンスプロケット、ガイドレールの診断

2) 不可視部分の評価

除塵設備が設置される水路等が完全にドライとなることは希であり、ほとんどの施設において有水状態である。しかし、確実な機能診断調査を実施するためには、土嚢や角落し等を利用してドライの状態にすることが望まれる。

ドライ状態を確保することが極めて困難な状況である場合には、代替方法による調査としてもよい。

(4) 調査表

現地調査を効率的に実施できるように、スクリーン、除塵機、搬送装置等の装置毎に概略と詳細診断のための調査表を標準的な構成機器を想定して参考資料編に示してあるが、その一部を抜粋して表2-7及び表2-8に例として示す。その他の調査表、調査方法及び判断基準等の詳細については参考資料編による。

表2-7 除塵機 概略診断調査表の例

施設名						コード No.							
用途						調査者氏名							
機器名称						調査年月日							
機種名						仕様							
製造者													
製造番号													
製造年月日						運転頻度			回／年程度		回／月程度		
装置区分	調査部位	部位重要度	詳細部位	参考耐用年数	納入後又は交換後の経過年数	調査項目	劣化影響度	調査方法	許容値又は判定基準	点検条件	調査結果		参考調査項目NO.
											項目別健全度	部位別健全度	
除塵機	全体	A	—	—	—	清掃状態	C	目視	①ひどい汚れ・油の付着が無いこと ②ゴミ、土砂、流木等がないこと	停			2
			—	—	—	振動	A	目視、聴音、指触	異常な振動がないこと	運			7
			—	—	—	異常音	A	聴音	異常な音がないこと	運			7
			—	—	—	作動	A	目視	塵芥掻揚げの機能に支障がないこと	運			9
			—	8		塗装	C	目視	さび、ふくれ、われ、はがれがないこと	停			3
	レーキ	A	—	40		損傷、変形	A	目視	有害な損傷、変形がないこと	停			4
	レーキチェーン	A	—	10		摩耗	A	目視	異常な摩耗がないこと	停			5
			—			作動	A	目視	作動に異常がないこと	運			9
			—			給油	B	目視	チェーン表面に油気が欠乏していないこと	停			8
	電動機	A	—	25		過熱、異常音、振動	A	目視、聴音、指触	通常運転時に比べ大幅な変化がないこと	運			7
			—			電流値	A	目視	①通常の電流値に比べ、大幅な変動がないこと ②定格電流値以下であること	運			—
			—			電圧値	A	目視	定格電圧に対し、およそ±10%の範囲内であること	運			—
	減速機	A	—	25		作動	A	作動確認	振動がなく正常に作動すること	運			9
			—			過熱、異常音、振動	A	目視、聴音、指触	通常運転時に比べ大幅な変化がないこと	運			7
			—			油量	B	目視	油漏れがなく、油面計の規定内であること	停			8
	粉体継手	A	—	10		起動時スリップ	A	目視	起動時のスリップがないこと	運			—
			—			温度・振動	A	目視	異常な振動がないこと	運			7
	流体継手	A	—	25		作動油	A	目視	作動油の量が適正であること	停			8
			—			油漏れ	A	目視	油漏れがないこと	停			8
			—			温度・振動	A	目視	異常高温、異常振動がないこと	運			7
	軸受	A	—	15		作動	A	目視	円滑に作動すること	運			9
			—			過熱、異常音、振動	A	目視、聴音、指触	通常運転時に比べ大幅な変化がないこと	運			7
	スプロケット	A	—	15		摩耗	A	目視	異常な摩耗がないこと	停			5
	伝動チェーン	A	—	15		摩耗	A	目視	異常な摩耗がないこと	停			5
			—			作動	A	目視	作動に異常がないこと	運			9
			—			給油	B	目視	チェーン表面に油気が欠乏していないこと	停			8
	スクリーテークアップ	A	—	15		作動	A	目視	作動に異常がないこと	運			9
	チェーン又はギヤ継手	A	—	25		芯狂い・振動	A	目視	著しい芯振れ及び振動がないこと	運			7
	リミットスイッチ	A	—	10		作動	A	目視	スイッチの作動が適正であること	運			9
	フレーム	B	—	25		損傷、変形	A	目視	著しい摩耗、損傷がないこと	停			4
	エプロン	B	—	25		摩耗、損傷	B	目視	有害な損傷、変形がないこと	停			4
	集中給油装置	B	—	15		グリース量	C	目視	グリース吐出量が適正であること	停			8
			—			油圧（作動）	C	手動	ポンプハンドルを数回操作し、適正な圧力が発生すること	運			8
	基礎・固定ボルト（取付ボルト含む）	A	—	—		ゆるみ、脱落	A	目視	ゆるみ、脱落がないこと	停			6
	予備品	C	—	—		員数と保管状態	C	確認	員数があること 発錆がないこと	停			10
	【記事】												

※点検条件欄の「停」は停止中、「運」は運転中、「断」は電源遮断状態を示す。

表2-8 除塵機 詳細診断調査表の例

施設名						コード No.								
用途						調査者氏名								
機器名称						調査年月日								
機種名						仕様								
製造者														
製造番号														
製造年月日						運転頻度				回／年程度 回／月程度				
装置区分	調査部位	部位重要度	詳細部位	参考耐用年数	納入後又は交換後の経過年数	調査項目	劣化影響度	調査方法	目視・計測部位	許容値又は判定基準	点検条件	調査結果		参考調査項目NO.
												項目別健全度	部位別健全度	
除塵機	全体	A	レーキ	40		速度	B	計測	—	設計値の±10%以内であること	運			6
			塗装	8		膜厚	C	計測	塗装部	設計値と同等であること	停			3
	レーキ	A	—	40		腐食	A	板厚計測	レーキの板厚	鋼板：「6mm—余裕厚」 形鋼：「5mm—余裕厚」	停			1
			—		応力	A	応力計算	レーキの応力	許容応力度未満	停			4	
	レーキチェーン	A	—	10		摩耗（伸び）	A	計測	—	許容値内であること	停			2
	電動機	A	—	25		電流値	A	計測	電動機電流	定格電流値以下であること	運			8
			—		電圧値	A	計測	電動機電圧	定格電流に対し、およそ±10%以内の範囲であること	運			8	
			—		絶縁抵抗値	A	計測	電動機絶縁抵抗	1.0MΩ以上であること	断			9	
			—		接地抵抗値	A	計測	電動機接地抵抗	300Vを超えるもの10Ω以下、 300V以下のもの100Ω以下であること	断			10	
			—		回転数	A	計測	開閉速度	設計値の±10%以内であること	運			6	
			—		温度上昇	A	計測	軸受部	異常過熱がないこと（温度上昇40℃以内）	運			5	
			—		振動	A	計測	本体軸受部	異常振動がないこと	運			7	
	減速機	A	—	25		振動	A	計測	減速機・軸受	異常振動がないこと	運			7
			—		温度上昇	A	計測	減速機	異常過熱がないこと	運			5	
	軸継手	A	—	—		偏芯	A	計測		偏芯0.5mm以下、偏角0.5°以下	停			11
	軸受	A	—	25		振動	A	計測	本体・軸受部	異常振動がないこと	運			7
			—		温度上昇	A	計測	軸受	異常過熱がないこと	運			5	
	ガイドレール	A	—	25		腐食	A	板厚計測	レールの板厚	鋼板：「6mm—余裕厚」 形鋼：「5mm—余裕厚」	停			1
			—		応力	A	応力計算	レールの応力	許容応力度未満	停			4	
	スプロケット	A	—	20		磨耗	A	計測	レーキ用	スプロケットの歯谷部の磨耗が許容値内であること	停			2
【記事】														

※点検条件欄の「停」は停止中、「運」は運転中、「断」は電源遮断状態を示す。

第3章 機能診断評価

3. 1 機能診断評価の視点

機能診断評価は、構成する設備の部位毎に行うことを基本とし、機能診断調査の結果から設備、装置、部位の性能低下状態やその要因を把握し、設備、装置、部位の健全度を総合的に判定し、性能維持や機能保全計画策定のために行う。

【解説】

機能診断調査より得られた結果をもとに健全度評価を行い、性能レベルが低下しないように施設管理者に対し助言を行い、点検・整備を通じ性能維持に努めてもらう必要がある。

また、性能低下が著しく、経済性からも性能維持が困難な場合など、更新に向けた判断指標として、健全度を把握する必要がある。表3-1に施設機械設備における健全度ランクの区分を示す。

表3-1 施設機械設備における健全度ランクの区分

健全度 ランク	健全度ランクの定義	現象例	対応する対策の 目安
S-5	・異常が認められない状態	・新設時点とほぼ同様の状態	対策不要
S-4	・軽微な劣化がみられるが、機能上の支障は無い状態	・軽微な変形や摩耗が認められるが基準値内であり、機能上の支障は無い状態	継続監視 (予防保全含む)
S-3	・放置しておくとなら機能に支障がでる状態で、劣化対策が必要な状態	・調査結果が基準値を超過するなど、劣化対策が必要な状態	劣化対策
S-2	・機能に支障がある状態 ・著しい性能低下により、至急劣化対策が必要な状態	・調査結果が基準値を著しく超過するなど、至急劣化対策が必要な状態 ・除塵設備の操作に支障をきたすような変形が見られる状態	至急 劣化対策
S-1	・設備等の信頼性が著しく低下しており、補修では経済的な対応が困難な状態 ・近い将来に設備の機能が失われるリスクが高い状態 ・本来的機能及び社会的機能における性能が総合的に著しく低下している状態	・調査の結果、部位等のS-3、S-2評価が多く、補修よりも更新（全体・部分）した方が経済的に有利な状態 ・重要部位等が機器の陳腐化により、代替品の入手が困難であり、対策に緊急を要する状態	更新 (全体・部分)

（１）健全度の考え方

機能診断調査の結果から、現状の性能レベルを健全度という指標で判定する。健全度は、低い状態から高い状態へＳ－１からＳ－５で示し、Ｓ－４を劣化対策要否判定の基準レベル（要求性能が満足されている状態）とする。

性能管理においては、日常管理における点検・整備を通じて、健全度をＳ－４レベルに維持することを基本とし、Ｓ－１からＳ－３の健全度と判定された場合は、性能レベルを回復するための対策を講じる必要がある。

ただし、Ｓ－３の健全度と判定された場合については、維持管理コスト等の問題により早急な対策実施が困難な場合、点検・監視を強化するなどして健全度が急激に変化しないことを確認するという条件で対策実施までの供用を許容する。この点で、Ｓ－５～Ｓ－３までを性能管理の範囲とする。なお、Ｓ－２についてはこれを許容せず直ちに対策を施すこととする。

Ｓ－１評価については、安全性等の構造的な面のみでなく、維持管理費などの経済性、修復性や環境性なども加味する必要がある。このため、機能保全対策では、性能低下に伴う維持管理費の経年増加や部品等の陳腐化による入手困難性、その他老朽化による周辺景観への影響等の環境適合性などの情報を加味し、適切な更新計画を立案することが重要である。Ｓ－１評価の検討要素については、本来的機能は現地調査等、社会的機能は事前調査等により把握し、長期シナリオへ反映する。

時系列変化で観た健全度の関係は図3-1に示すとおりである。また、Ｓ－１評価の際の要求性能レベルの検討要素の例を表3-2に示す。

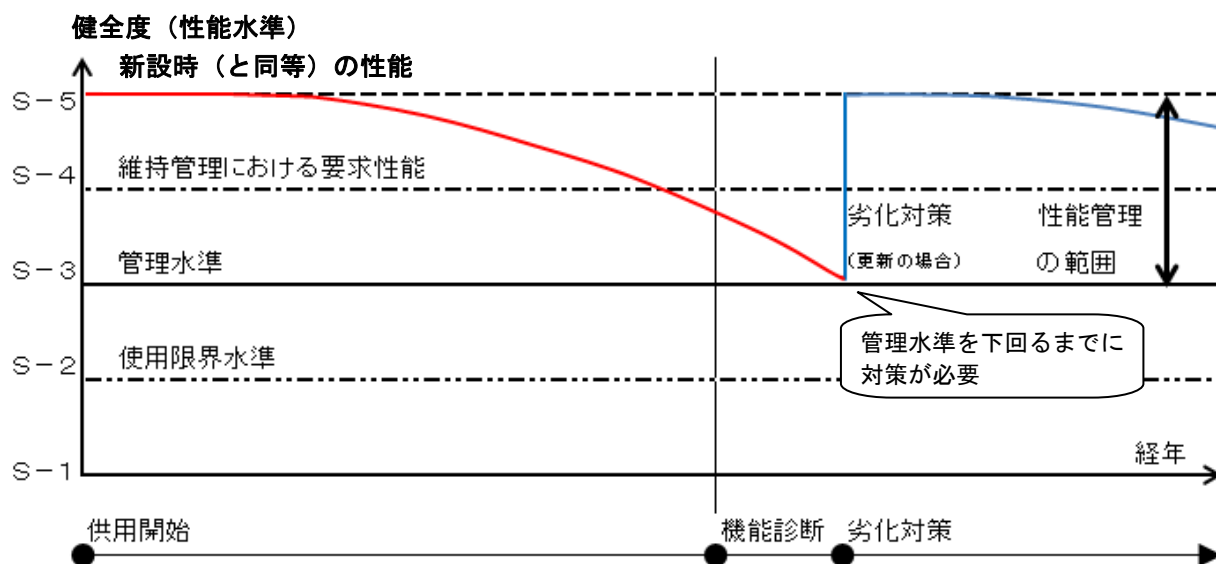


図3-1 時系列変化で観た健全度

表3-2 S－１評価の際の要求性能レベルの検討要素の例

力学的安全性	水圧等外力に対する耐荷性、耐震性（変形・損傷・板厚、応力照査等）
修復性	機器等の陳腐化による入手困難性
経済性	維持管理費の経年増加、土木施設更新、施設管理者の財政状況
環境性	周辺環境への影響等の環境適合性
維持管理性	管理の後継者、人員数等管理体制環境の変化

3. 2 設備・装置・部位の健全度評価

除塵設備の健全度は、設備・装置・部位毎に各々評価する。複数の部位・装置の健全度・劣化要因をもとに装置や設備の健全度を総合的に評価する場合には、設備全体の機能に及ぼす影響度、性能低下を進行させるより支配的な劣化要因などを考慮して、適切に評価する。

【解説】

施設を構成する設備・装置・部位の健全度の評価に当たっては、「3. 1 機能診断評価の視点 表3-1施設機械設備における健全度ランクの区分」に示す内容を参考に評価を行う。

部位評価において異なる健全度が混在する場合は、部位の重要度や劣化の影響度などを加味し、性能低下を進行させる支配的な要因を抽出し、健全度ランクの低いものを代表とし、S-3、S-2の評価数やエンジニアリングジャッジを含め、装置の健全度とするなど工夫するとよい。

なお、S-5からS-2の評価においては、現地調査により劣化等の程度を本来の機能における性能の低下レベルで評価し、更新の可否を決定するS-1評価においては、本来の機能に加え、社会的機能における設備の総合的な要求性能の低下を加味して評価を行う。この際、設備に求める要求性能は地区毎に異なるため、地区の実情を把握し要求性能レベルを設定する。

劣化の影響度は、表3-3に示すように調査項目の劣化内容が、部位にとってどの程度影響を及ぼすかを3ランクに区分する。

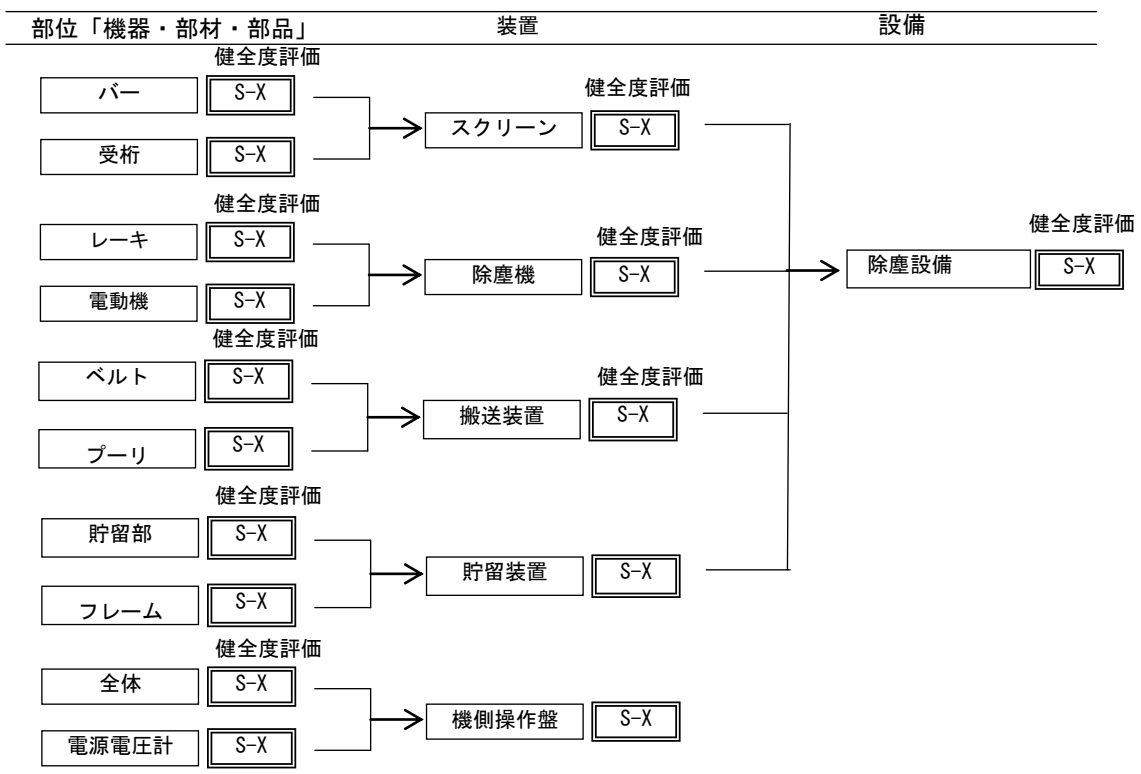


図3-2 除塵設備の健全度評価の考え方の例

表3-3 劣化の影響度

劣化の影響度（ランク）	A	B	C
調査項目の劣化内容が部位に及ぼす影響度	大	中	小

(1) 部位毎の健全度評価の考え方

部位毎の健全度評価手法の基本的な考え方を以下に示す。

- ・ 部位の健全度はS－5～S－2で評価を行い、S－5は新品同様、S－4は多少の劣化はみられるが変形等が判定基準又は許容値内で機能上の支障はない状態である。
なお、重要部位における部品陳腐化などの入手困難性が考えられる場合はS－1の判定とする。
- ・ 判定基準値を超えたものは、S－3もしくは、S－2の判定とする。
S－4と判定されたものは、機能保全計画策定のためにS－3に至るまでの期間（余寿命）を算定する。
- ・ 予防保全の考え方として、S－3と判定された場合はそのまま放置せずS－2に移行する前に対策を行うことが前提であるため、施設管理者への適切な指導・助言が必要となる。
なお、S－3とS－2が混在する場合は、S－2を優先して対策の検討を行う。
- ・ 異常音など概略診断調査では原因が特定できない場合、健全度評価は行わず、詳細診断調査へ移行する。

このような基本的な考え方に基づいて、部位毎の健全度から装置及び設備の健全度評価を行う場合の考え方の例を表3-4に示す。また、表3-4の判定過程での考え方を、表の下枠の中に例として示す。

表3-4 設備・装置・部位の健全度評価の考え方の例

装置	部位	部位の重要度	調査項目	劣化の影響度	項目別健全度	健全度評価 (部位)	健全度評価 (装置)	健全度評価 (設備)
スクリーン	全体	A	清掃状態	C	S-2	S-4	S-3	経済性や修復性等も加味してできるだけ客観的に評価する必要がある
			損傷、変形	A	S-4			
			塗装	C	S-3			
	スクリーンパー	A	腐食	A	S-3	S-3		
受桁	A	腐食	A	S-3	S-3			
除塵機	全体	A	清掃状態	C	S-3	S-4	S-2	
			振動	A	S-4			
			異常音	A	S-4			
			作動	A	S-4			
			塗装	C	S-3			
	レーキ	A	損傷、変形	A	S-2	S-2		
	レーキチェーン	A	摩耗	A	S-5	S-4		
			作動	A	S-4			
			給油	B	S-4			
	電動機	A	過熱、異常音・振動	A	S-3	S-3		
電流値			A	S-5				
電圧値			A	S-5				
搬送装置	ベルト	A	摩耗、損傷	A	S-4	S-4		
	駆動プーリ	A	摩耗、損傷	A	S-4	S-4		
			過熱、異常音・振動	A	S-4			
	カバー	C	損傷、変形	B	S-2	S-2		
貯留装置	全体	A	清掃状態	C	S-2	S-4	S-4	
			振動	A	S-4			
			異常音	A	S-4			
			塗装	C	S-3			
	ホッパ	A	摩耗、損傷、変形	A	S-4	S-4		
			作動	A	S-4	S-4		
	電動シリンダ	A	電流、電圧	A	S-5	S-4		
油脂			A	S-4				
機側操作盤	全体	A	腐食、損傷・汚れ	C	S-3	S-4	S-2	
			点灯確認	C	S-4			
			内部乾燥	A	S-4			
	盤面表示ランプ	A	破損、ランプ切れ	A	S-2	S-2		
			表示確認	A	S-4			
	電源電圧計	A	電圧値	A	S-4	S-4		
	電流計	B	電流値	C	S-4	S-4		

※図3-2、表3-4の項目は、イメージを現すため、便宜的に代表的なもののみを記載。詳細は表2-7、表2-8に示す調査表の例を参照。

※上表は維持管理費の経年増加や、装置等の陳腐化による入手困難性が無い場合の例

※部位の評価においても、修復性能が低下しており至急対策が必要な場合はS-1評価となる。

＜判定方法の考え方の例＞

表3-3において、部位の重要度や劣化の影響度、基準値の超過割合とその要因等を考慮しながら、部位の健全度をもとに装置や設備の健全度を評価した考え方を例として次に示す。

- 例1) スクリーンの部位としての健全度はS-3とS-4評価が混在し、部位の重要度と劣化の影響度がいずれも「A」であるので、評価の低い健全度を優先してスクリーンバーや受桁の健全度S-3を装置としての健全度と評価する。
- 例2) 除塵機の部位としての健全度はS-2、S-3及びS-4評価が混在するが、レーキの変形に伴う操作不能等施設全体に及ぼす影響度を考慮して装置としての健全度はS-2と評価する。
- 例3) 搬送装置の部位としての健全度はS-2とS-4評価が混在するが、カバーの腐食は部位の重要度「C」、劣化の影響度「B」となっており、設備全体の機能に直ちに支障を及ぼすことはないので、部位の重要度が高く劣化の影響度も高いベルトやプーリの健全度S-4を装置としての健全度と評価する。
- 例4) 貯留装置の部位としての健全度は、全てS-4評価であるため、S-4を装置としての健全度と評価する。
- 例5) 装置としての健全度評価がS-2、S-3及びS-4評価が混在するが、レーキの変形に伴う操作不能等施設全体に及ぼす影響度を考慮して、設備としての健全度はS-2と評価する。

(2) 評価に当たっての留意点

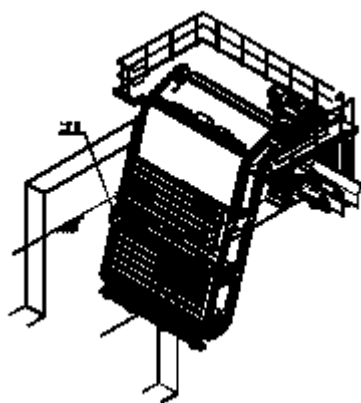
定性的評価などで評価が困難な場合は、専門的な知見を有する者からの意見を活用することが有意であるが、特に基幹施設改修の要否に関わる判断につながる場合は、技術検討委員会を設けて検討するなど、客観的な評価に努める必要がある。

また、評価の対象部位をビデオや写真等に保存しておくことで、専門家の評価以外にも今後のサンプルデータとして有効活用が可能となる。

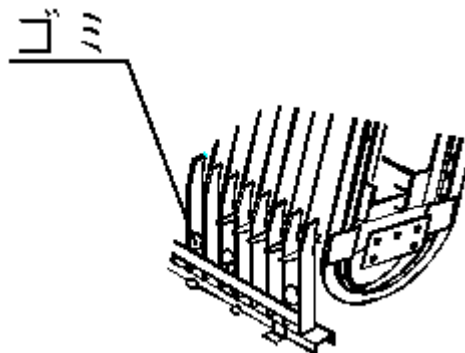
(3) 判定基準

具体的な判定基準は、調査項目毎に参考資料編に示してあるが、その一部を抜粋して図3-3～図3-8に「部位毎の健全度評価手法の例」として示す。詳細は参考資料編による。

概略診断調査



除塵機全体



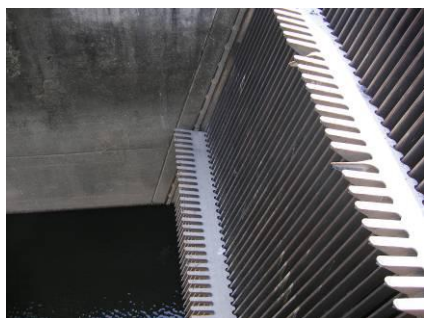
補助スクリーン

○判定基準例

健全度ランク	状 態	現象例
S-5	異常が認められない状態	ゴミ、土砂等の堆積や異物の付着もなく、清掃状態も良好
S-4	軽微な劣化がみられるが、支障は無い状態	多少の塵芥（ゴミ）、土砂等の堆積、付着物、汚れはあるが、機能には支障が無い状態。
S-3	放置しておくと機能に支障がでる状態で、劣化対策が必要な状態	ひどい汚れにより、塗膜劣化や腐食がみられる状態。あるいは、土砂等の堆積、異物の付着、ゴミ等を放置しておくと機能上支障がでる状態。
S-2	機能に支障がある状態	土砂等の堆積、ゴミなどが、除塵機・スクリーンに干渉、昇降装置への異物の付着などによりレーキ昇降に支障をきたしている状態。ストレーナのインジケータが異常を示している

図3-3 部位毎の健全度評価手法（清掃状態の例）

概略診断調査



レーキの変形例



レーキチェーンの変形例

○判定基準例

健全度ランク	状 態	現象例
S-5	異常が認められない状態	変形・損傷・たわみが見られない。
S-4	軽微な劣化がみられるが、支障は無い状態	重要部分以外で軽微な変形・損傷・たわみがみられる。
S-3	放置しておくと機能に支障がでる状態で、劣化対策が必要な状態	変形・損傷・たわみがみられるが、運転操作により機能上支障がないことが確認されている。
S-2	著しい性能低下により、至急劣化対策が必要な状態	機能上支障のある、変形・損傷・たわみがみられる。

図3-4 部位毎の健全度評価手法（局所的変形の状態の例）

概略診断調査

【解説】経年劣化による軸の芯振れによる振動や異常音等を生じていないか確認し、変状がないか注意する必要がある。軽微であっても、異常音等が確認された場合は、詳細診断による芯だしチェック等を行い、原因を特定した上で、対策を行う必要がある。



○判定基準例

健全度ランク	状 態	現象例
S-5	異常が認められない状態	新品と同様の状態
S-4	軽微な劣化がみられるが、支障は無い状態	通常の音や振動と比べて変化は無い。
S-3	放置しておくと機能に支障がでる状態	重要な部位以外での異常音有り。
S-2	著しい性能低下により、至急劣化対策が必要な状態	重要な部位の異常音有り。

※異常音があり、原因が特定できない場合は健全度評価を行わず、詳細診断を行う。

図3-5 部位毎の健全度評価手法（電動機の異常音・振動の例）

概略診断調査

○塗装状態



劣化範囲が全体の20%以上の場合

判定基準例

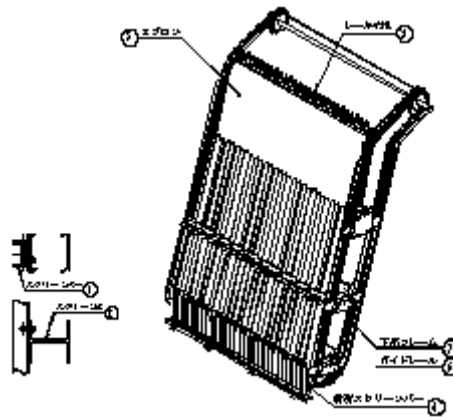
発錆状態	健全度
X <	無し(S-5)
≤ X <	軽微(S-4)
≤ X <	多い(S-3)
≤ X	著しい(S-2)

概略診断評価	健全度	塗膜の劣化判定
劣化範囲の状態	浮錆の状態	
良好	無し	S-5 異常なし
20%未満	軽微	S-4 塗膜の防食性は維持されている
20%以上	多い	S-3 何らかの処置を施さなければならない状態
	著しい	S-2 早急に塗膜を塗り直さなければならない状態

発錆状態が著しい場合

図3-6 部位毎の健全度評価手法（塗装状態の例）

詳細診断調査

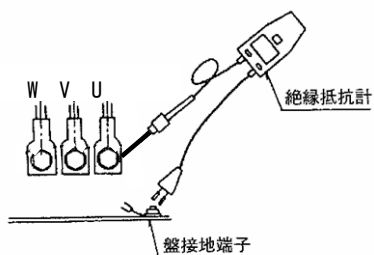


○判定基準例

健全度ランク	状 態	現象例
S-5	異常が認められない状態	新品と同等の状態
S-4	軽微な劣化がみられるが、支障は無い状態	設計板厚以上（応力度が許容応力度未満）
S-3	放置しておくとも機能に支障がでる状態	法令遵守の関係上、S-3評価は行わない。
S-2	著しい性能低下により、至急劣化対策が必要な状態	設計板厚未満（応力度が許容応力度以上）

図3-7 部位毎の健全度評価手法（板厚測定の場合）

詳細診断調査



○判定基準例

健全度ランク	状 態	現象例
S-5	異常が認められない状態	新品と同等の状態
S-4	軽微な劣化がみられるが、支障は無い状態	1 MΩ 以上（低圧の場合）
S-3	放置しておくとも機能に支障がでる状態	—
S-2	著しい性能低下により、至急劣化対策が必要な状態	1 MΩ 未満

図3-8 部位毎の健全度評価手法（絶縁抵抗測定の場合）

第4章 機能保全計画

4. 1 機能保全計画の策定プロセス

機能保全計画は、設備を構成する装置・部位毎に、着目する性能管理指標が必要な範囲に留まるよう、その性能低下予測から技術的、経済的に実施可能と考えられる対応方策を複数仮定し、これらに要する機能保全コストを踏まえた計画を策定する。

【解説】

機能保全計画は、機能診断調査・評価の結果を踏まえ、可能な範囲で性能低下予測を実施した上で作成することを基本とする。この際、着目する性能指標を検討対象期間中管理水準の範囲に留めることができるよう対応方策を複数仮定し、経済性等の比較検討を行うことで、適切な計画策定とすることが重要である。

なお、故障等の危険度が高く早急に対策を検討する装置・部位等や、危険度が低く事後保全を前提とした継続監視とする装置・部位等に判断されたものは、性能低下予測のプロセスを経ることなく機能保全対策の実施シナリオの作成検討を行うことを基本とする。

機能保全計画の策定までのプロセスは「1. 5 除塵設備の機能保全の流れ」を参照。

4. 2 性能低下予測

性能低下予測は、設備を構成する装置・部位毎に対策が必要となる時期や方法を比較検討するとともに、設備全体としての対策実施の要否、その時期を明らかにすることを目的として実施する。劣化特性や劣化予測の把握の可否を十分に踏まえて将来予測（余寿命予測）を行う。

【解説】

機能保全計画は、検討対象期間（診断時点より40年を基本）にわたって設備の性能を維持していくための計画である。機能保全計画を検討するに当たっては、設備全体としての性能低下予測を行うことが必要となるが、除塵設備は様々な部位で構成され、その耐用年数も多様であり、かつ余寿命管理を行うことが適さない部位などもあり、部位毎に個別評価する必要がある。

これらの個別評価結果をもとに設備としての余寿命を予測する場合は、重要度や劣化の影響度が高い部位の余寿命を参考に総合的に判断するとよい。（例：レーキチェーンの余寿命が、支配的要因となる場合は、レーキチェーンの余寿命を設備の余寿命とするなど）図4-1に健全度と余寿命の一般的な関係を示す。

なお、余寿命は点検・整備の状態によって大きく影響を受け、評価された余寿命期間中、部位の性能が必ずしも満足されるわけではない。また、設備の性能管理レベルの範囲はS-3～S-5が原則であり、余寿命予測においては、S-3になるまでの期間の予測を行い機能保全計画を立案する。このため、診断結果によりS-3以下と評価されたものについては、余寿命予測は行わず劣化対策等の実施を前提とし、設備・部位の重要度や現場の状況等を考慮して劣化対策等の指導を行う。実施に当たっては、S-2評価の部位等の対策を優先する必要がある。

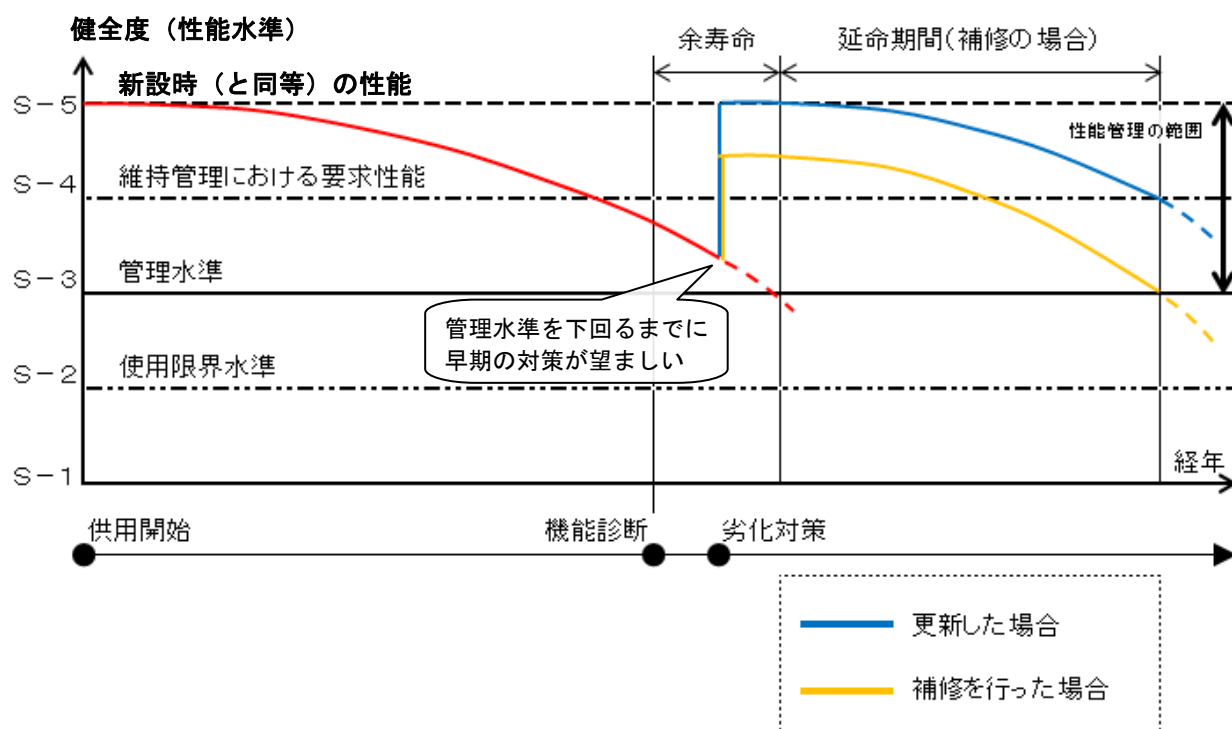
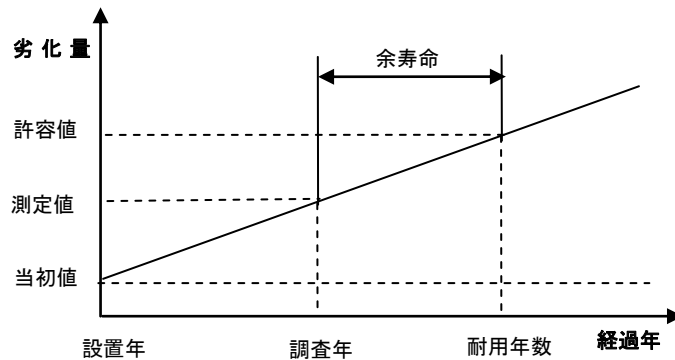


図4-1 健全度と余寿命

（１）詳細診断調査の測定結果等を用いた余寿命予測を用いる方法

経年的に徐々に劣化が進行する設備・機器について、対象とした調査部位の腐食や摩耗量等の進み具合などから許容値又は判定基準との対比を行い、余寿命を予測する。（例えばレーキチェーンの伸びが５年で１％進行したので、許容値３％までは１５年（＝余寿命１０年）という予測）

この手法で将来予測を行うと比較的正確に余寿命が算出できるが、余寿命を出すために詳細診断調査を行うのはコスト面から現実的ではないため、健全度評価がＳ－５評価では、参考耐用年数や過去の整備履歴などを参考とするとよい。



注）許容値：設備の機能上、支障を及ぼさない程度の劣化量

図4-2 余寿命の概念

（２）参考耐用年数を用いる方法

現実的には、（１）のような手法で余寿命予測を行うことは困難であることが多い。そうした設備に対しては、これまで参考耐用年数を用いて予測することが多かったが、施設の劣化状況は多種多様であり、一律に参考耐用年数を用いた場合、地区の実情にそぐわないケースも考えられるため、その地区での整備履歴や、診断結果及びエンジニアリングジャッジなどを加味し総合的に判断するとよい。

4. 3 機能保全計画の策定

個別設備の機能保全計画は、機能保全コストの最小化に着目するとともに、設備機能の維持、対策実施の合理性、設備重要度との適合性、維持管理の容易さ等を総合的に勘案し策定する。

また、設備を構成する装置・部位毎の重要度区分から対策実施の優先度及び保全方式の検討を行うことが重要である。

【解説】

機能保全計画策定時にチェックすべき事項を以下に示す。

(1) 地区全体としての対策の妥当性

同一施設の土木施設との対策時期の同期化を図ることは当然のことであるが、施設管理者が管理する地区全体の対策を確認し、年度実施計画や費用負担等の面から妥当であるかどうかチェックし、実効性のある計画とする必要がある。

(2) 設備の機能保全計画の留意点

設備の合理的な管理運用のためには、設備の機能が安定的に保たれ、これに要する機能保全コストが適正であることが重要である。

設備の健全度の低下を放置して、機能保全対策を実施しなければ機能保全コストは安価になるが、そのことにより設備の性能が低下して、農業生産に悪影響を及ぼすのみでなく国民の生命・財産に影響を及ぼすようなことがあってはならない。

このため、設備のもつ機能を理解し、設備の重要度に応じた適切な機能保全計画を立案することが必要である。

(3) 維持管理の費用の軽減と管理の容易さ

機能保全対策の実施により、維持管理の費用と労力が軽減され、機能保全コストの低減に効果があるような対策（メンテナンスフリーの素材の活用等）が望ましい。

4. 3. 1 機能保全対策の検討に当たっての留意事項

機能診断調査評価結果を踏まえ、当面必要となる機能保全対策の検討や、劣化傾向等を把握し、将来的な対策検討を行う。また、シナリオ作成や具体的機能保全対策の検討に当たっては、土木構造物の保全対策時期等との調和を図り、信頼性、管理制約条件、社会的情勢等を勘案し総合的に検討する。

【解説】

除塵設備においては、適切な維持管理による性能管理が必要となるため、当面必要となる対策の検討の他に、将来的に必要な対策の検討を行う必要がある。

また、具体的な検討に当たっては、河川流況や取水等により対策範囲や期間に制約を受けることが多いため、対策の施工性や仮設工事の範囲等を十分に考慮し、効率的かつ経済的な対策範囲及び実施時期を設定する必要がある。

(1) 当面必要となる対策の検討

当面必要となる対策とは、機能診断調査の結果を踏まえ速やかに行う必要がある対策のうち、直接的・具体的な対応が可能であるものをいう。具体的には、機能診断調査により部位の劣化度が基準値以上（S-3、S-2）となっていることが判明し、この劣化に対して必要となる対策が、当面必要となる対策である。

機能保全対策の検討に当たっては、まず、この当面必要となる対策について検討する必要がある。

なお、健全度評価の区分から、当面必要となる対策の検討が必要となるのは、主に機能診断評価結果がS-3以下と判断された場合であるといえるが、S-4以上の場合でも予防保全が必要なケースがあるので留意する。（時間計画保全としているリミットスイッチ等で、健全度は良好であっても参考耐用年数に達しているという理由で交換するようなケース）

これらの検討結果は、「4. 3. 2 点検・整備計画」に示す、点検・整備内容の指導に併せ、施設造成者が施設管理者に対して助言する必要がある。

(2) 具体的な対策の検討手法

機能診断調査結果から個別に当面必要となる対策を検討できる場合は、その結果に基づき、対策を検討する。

しかし、これまでの診断が、概略診断調査や一部の詳細診断調査に留まっている場合等においては、調査精度が低いことから、当面必要となる対策を立案できない場合がある。このような場合は、他地区事例を参考とした標準的な対策を計画するなど工夫するとよい。

(3) 対策工範囲の検討

除塵設備は多数の機器・部品等から構成された集合体であり、これらが相互に有機的に機能してはじめて設備全体が正常に機能する。よって性能低下した機器・部品等のみを対策の対象とするのではなく、設備全体の機能維持・性能回復を図る観点から対策の範囲を検討する必要がある。

劣化対策の範囲として、施設、設備、装置、機器・部材、部品の各階層を対象に検討する必要がある、部品単位で交換すれば十分な場合もあるが、機器・部材単位で交換の方が作業が容易で信頼性が高く、長寿命化や経済性に結びつくこともあり留意が必要である。

(4) 長寿命化の検討

長寿命化とは、一般の耐用年数を超えて供用期間を延長させることをいい、装置、機器・部材及び部品の機能保全対策により、設備全体の長寿命化を図ることが必要である。機能保全対策を検討する際、長寿命化は当然考慮すべきものだが、経済性や技術的な整合等に留意して検討する必要がある。

【参考】対策実施のシナリオ作成手順の例

- ① 除塵設備（頭首工、ポンプ場）の機能保全の検討対象期間を40年とする。
- ② 頭首工やポンプ場は複合施設であることから土木構造物と保全対策の同期化等を考慮し、対策工法を検討する。
- ③ 除塵設備の部位毎の劣化対策を組み合わせることで最適案を作成する。

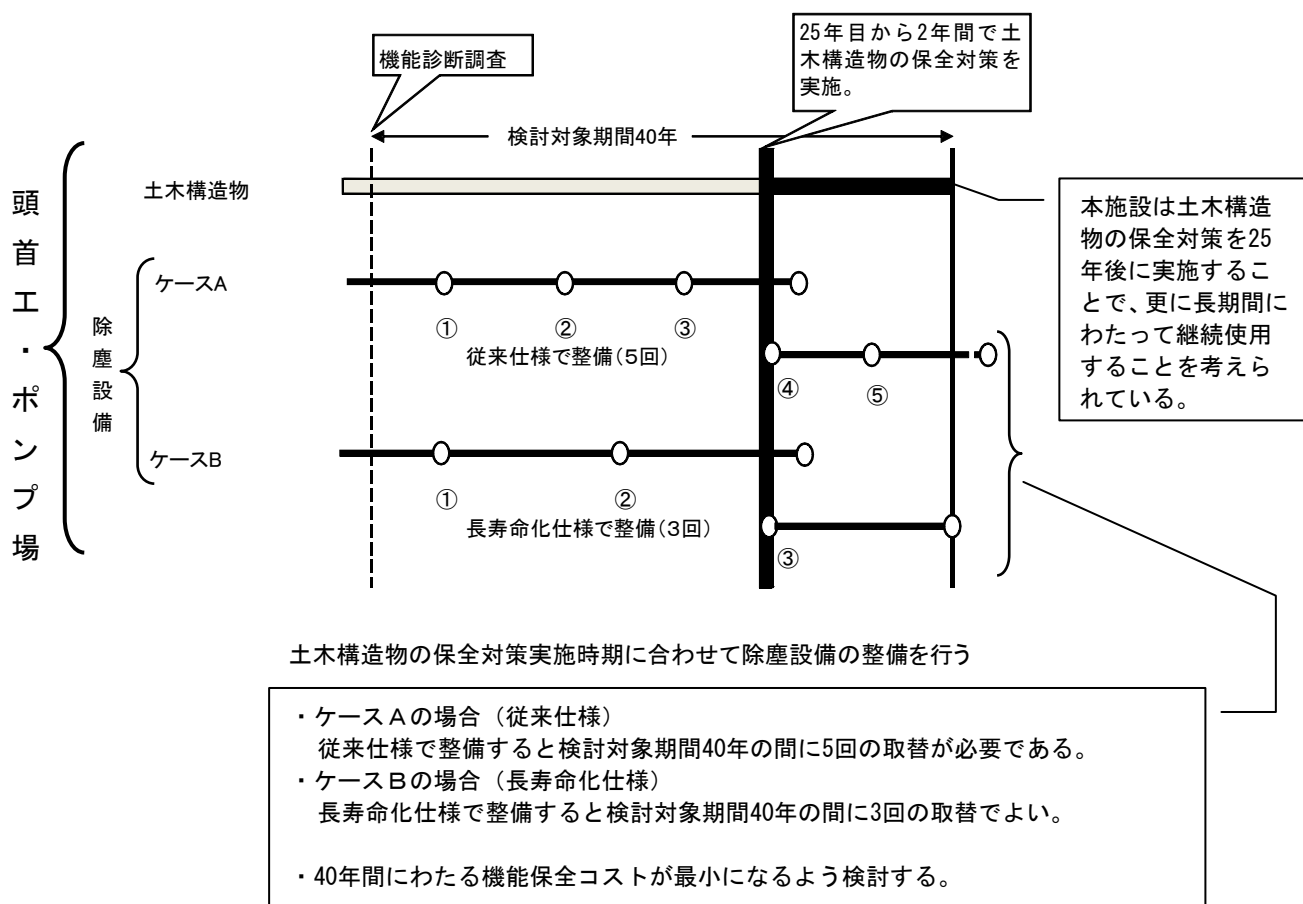


図4-3 シナリオ検討手順のイメージ

4. 3. 2 点検・整備計画

除塵設備の機能保全においては、施設管理者が実施する点検との関連が非常に重要となる。日常管理上の問題点を踏まえた上で点検・整備内容について適確に指導・助言することが必要である。

【解説】

(1) 合理的な点検・整備計画、施設監視（継続監視）計画の立案

除塵設備などの施設機械設備は突発的な不具合・故障の発生や、急激に劣化が進むことなどもあるため、その様な変状を早期に発見し、設備を良好な状態に維持管理するためには、施設管理者が行う日常・定期点検が極めて重要である。

また、維持管理費軽減の観点からは、「1. 3 除塵設備の機能保全」に示すとおり、設備・部位等の重要度や稼働形態などを考慮し、合理的な保全方式の選択や、点検項目、点検周期の検討を行って、効率的な点検整備計画を立案する必要がある。

重要度や稼働形態などを加味した年間点検計画の作成例を表4-1に示す。

表4-1 重要度と稼働形態を加味した年間点検計画の作成例

区分			月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	点検周期の例
重要度 A	常用系	出水期							●	●	●	●	●			毎月1回
		非出水期	◎	○	○	○	○							○	○	毎月1回
	待機系	出水期						○	○	○	○	○				毎月1回
		非出水期	◎		○		○							○		1回／2ヶ月
重要度 B	常用系	出水期								●		●				1回／2ヶ月に延長
		非出水期	◎		○		○							○		1回／2ヶ月に延長
	待機系	出水期						○		○		○				1回／2ヶ月に延長
		非出水期	◎			○										1回／3ヶ月に延長
重要度 C			◎													必要に応じて実施

凡例：◎年点検、○管理運転点検、●運転時点検

注：年点検の時期は地域の事情に応じて決定する。

他方において、診断結果でS-3と評価されたものの早急な劣化対策が実施できない場合において、その劣化の種類等によっては劣化の進行を監視する必要性も考えられる。

また、機能診断のプロセスで得られた設備の特性や変状・劣化等の情報も施設管理者に確実に伝達する必要がある。

このように、通常実施される点検とは異なる観点から設備を監視する必要がある場合には、表4-2に示すような施設監視（継続監視）計画を立案する。

表4-2 施設監視（継続監視）計画の作成例

設備・部位	監視内容・項目	監視頻度	監視の留意事項	監視実施者	異常時の措置	次回診断予定時期
〇〇除塵機	動作確認	日常	異常音や軸受けの異常な温度上昇が無いこと	〇〇改良区〇課〇係		
〇〇除塵機	レーキ	6ヶ月	変形が大きくなったり、異常音がないこと	〇〇改良区〇課〇係		

※監視内容・項目、監視の留意事項や異常時の措置は具体的な判断基準と、その場合の措置について記載する。

除塵設備などの施設機械設備の維持管理においては、機能保全を進めていく上で、定期点検といかに連携できるかが鍵となる。

施設監視（継続監視）計画も含めて、施設管理者に対する点検・整備に関する助言、維持管理方法等に関する助言を積極的に行い設備の機能維持を図るとともに、今後の定期点検についても助言を行い合理的な点検を確実に実施することで、機能診断調査の合理化が図られ、常に最新の設備の状況を把握することが可能になる。

このため、施設機械設備においては、施設管理者が行う定期点検・整備計画も含めた機能保全計画を検討することを念頭におき、各地区の日常管理上の問題点を把握した上で、各ケースに応じた指導・助言を行う必要がある。

なお、土地改良施設管理基準（頭首工編）、設備の完成図書、基幹水利施設指導・点検・整備マニュアル（頭首工編）、同（揚水機場編）、同（排水機場編）等により適切な維持管理を行っており、日常管理に問題がない場合であっても、点検・整備内容がオーバースペックになっていないかなど、必要に応じて、適切な助言を行う。

（２）点検の種類

点検とは、設備・機器の異常、故障、疲労、劣化などによる機能損失の有無、性能低下の確認などのために実施する目視・聴覚・臭覚・打診・触診及び簡単な器具や測定機器を用いた計測・作動確認等、それを記録することをいい、主として分解を伴わない対象設備・機器への直接的な作業である。除塵設備の「管理運転」等も、機能を確認するための作業であり点検の一部として扱う。

点検には、基本的に以下のとおり「日常点検」、「定期点検」及び「臨時点検」の３種類がある。

１）日常点検

日常点検とは、始動前、始動中、運転中に実施する異常の有無確認や、見回り点検による第三者事故の防止等を目的として、日常又は１ヶ月未満のサイクルで実施する点検をいう。

２）定期点検

定期点検には、「１ヶ月点検」、「６ヶ月点検」、「１２ヶ月点検」等があり、設備等の状況把握並びに機能保全を図るため、当該設備の目的・機能・設置環境に対応した方法で実施する。

１ヶ月点検は、施設や設備・機器全般について機能の確認を行うため、目視点検を中心に実施する。したがって月点検は可能な限り運転を伴い実施する必要がある。排水機場の除塵設備などの待機系の設備は、管理運転を実施し機能を確認することが必要となる。

１２ヶ月点検は、打診・触診・聴診及び計測等による診断を中心とした方法によるが、できるだけ定量的な点検方法により機能を確認するのが望ましい。１２ヶ月点検では、管理運転を実施して機能損失の有無を確認するものとし、特に前回の点検結果との相違についても注意して実施すべきである（傾向管理の実施）。

3) 臨時点検

臨時点検は、水質や設備に異常が生じた際や、地震、洪水、落雷等により設備機能への影響が懸念された場合に実施する点検で、目視点検を中心に、当該設備の目的・機能・設置環境に対応した方法で、設備全般について点検を実施する。

(3) 整備

設備の機能を常に発揮できるよう準備を整えることをいい、予防保全のため、または点検の判定結果に基づき、設備の機能保持及び復帰のために実施する清掃、調整、給油脂・部品交換、修理等の作業並びにその記録を行う。

(4) 傾向管理

傾向管理は施設機械設備の劣化判定方法の一つで、機器・部品等の状態を経時的に監視・計測して、その傾向の変化より機器の劣化進行を把握する方法である。計測値の経年変化をグラフ上にプロット（傾向管理グラフ）し、劣化の進行具合を予測し、整備・補修または更新（取替）時期を検討する。

点検時の計測値は、気温・湿度・天候等により変動するため、ある時点の計測値だけでは判定できないこともあることから、傾向管理は重要な判定方法の一手法でもある。

除塵設備における傾向管理項目とその測定周期の例を表4-3に示す。

1) 傾向管理項目と測定周期の例

表4-3 傾向管理項目と測定周期の例

傾向管理項目	機器等名	測定 周期	実 施 理 由
板 厚	スクリーン受桁	5年	劣化の進行値が小さいことから、定期計測による劣化判定が必須。
伸 び	レーキチェーン	1年	重要機器であり劣化傾向把握が必要。
電圧・電流	電動機	1ヶ月	重要機器であり劣化の進行値が小さいことから、定期計測による劣化判定が必須。
絶縁抵抗		1年	
接地抵抗			
ブレーキライニングの厚さと隙間	電磁ブレーキ	1年	重要機器であり劣化傾向把握が必要。
ロープ径	ワイヤロープ	1年	重要機器であり劣化傾向把握が必要。
素線切れ			

※傾向管理項目と測定周期は例であるため、適宜現地にあった項目及び測定周期を設定されたい。

2) 傾向管理手法

点検項目は、機能診断調査時の数値のみで劣化度合いを判定することは困難であることから、過去の点検記録から得られた計測結果をグラフ等に表して時系列変化(=経年変化)状況から、劣化の進行度合いを経験則的に想定し、整備・更新時期等を決定する。

表4-4 グラフデータ例(設置年月:H5.3)

計測年月日(天候)	チェーン伸び:1号左		チェーン伸び:1号右	
	規定値 ≤ 3 (%) / 1800mm		規定値 ≤ 3 (%) / 1800mm	
	長さ(mm)	伸び率 (%)	長さ(mm)	伸び率 (%)
H15.10.11(晴れ)	1805	0.28	1806	0.33
H16.9.21(雨)	1805	0.28	1807	0.39
H17.10.16(晴れ)	1806	0.33	1807	0.39
H18.10.21(晴れ)	1807	0.39	1808	0.44
H19.10.8(雨)	1807	0.39	1809	0.50
H21.10.21(雨)	1808	0.44	1809	0.50

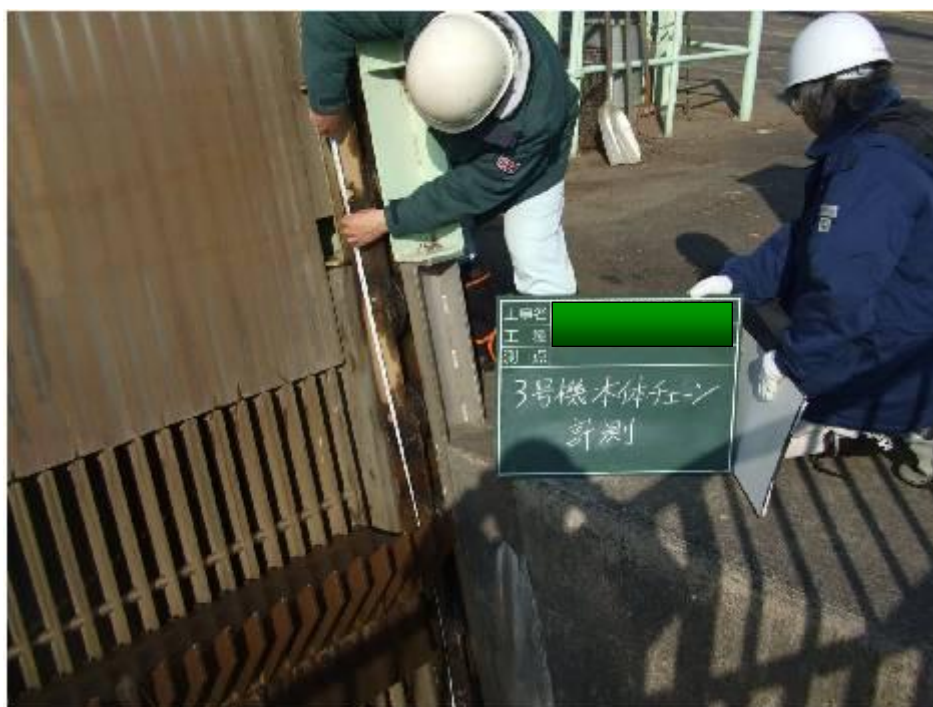


写真4-1 レーキチェーンピッチ計測状況

3) 傾向管理グラフ作成例

傾向管理によるレーキチェーンの伸び率の経年変化状況グラフ作成例を図4-4に示す。



図4-4 レーキチェーンのび率の経年管理グラフ例

(5) 合理的な点検

点検を合理的に実施するためには、設備の構成機器とその故障の発生原因を整理し、点検項目を決める必要がある。

1ヶ月点検では、設備機能に致命的な影響のある機器（予防保全適用）を中心に、機能の確保状況を確認することが重要である。

12ヶ月点検では、設備機能に致命的な影響のある機器（予防保全適用）はもちろん非致命的な機器（事後保全適用）についてもその状態を把握し、かつ突発的に発生する故障・劣化等により設備の性能が低下していないかを確認するとともに、計測による傾向管理を実施し、整備の実施時期の検討に活用するものとする。

また、設備の重要度や、延命期間等を勘案し、点検項目・内容、点検整備の間隔などの検討を行い、経済的にも適切なものとする必要がある。

4. 3. 3 関係機関との合意形成

機能保全コストの比較により算定された最適なシナリオを基本に、関係者（土地改良区、関係行政機関等）の意向や意見を踏まえるプロセスを経て、機能保全計画を策定する必要がある。

【解説】

機能保全計画の策定に当たっては、実効性のある計画とするため、関係機関との協議が不可欠である。

特に、多大な費用負担や点検頻度を伴うシナリオを策定する場合などは、施設管理者等と十分に協議を行った上で、策定する必要がある。

また、対策の実施に先駆け、どのような事業で取り組むかをある程度想定した上で、関係機関と協議しつつシナリオを策定することで、対象地区や施設における劣化対策対象設備のグルーピングや予算手当の検討を、よりスムーズに行うことが可能となる。

用語集

本手引きで扱う主な用語の定義は以下のとおりである。

- 「点 検」：設備・機器の機能、状態等をひとつひとつ目視、計測等によりチェックを行って、不良・異常箇所を調べ、それを記録することをいう。
- 「日常点検」：日毎又は1カ月未満のサイクルで行う点検で、始動条件の確認と連続運転性能の確保を目的として設備の運転に際しての異常の有無を確認するため実施するものをいう。
- 「整備」：設備の機能をつねに発揮できるよう準備を整えることをいう。損傷予防のため、又は点検の判定に基づき、設備の機能保持及び復帰のために実施する清掃、調整、給油脂・部品交換、修理等の作業並びにその記録を行う。
- 「点検整備」：点検及び整備を一貫して行うことをいう。
- 「保守」：設備・機器の正常な状態を保つために実施する清掃、調整、給油脂、部品交換、修理等の作業並びにその記録を行うことで、「整備」よりも軽微なものをいう。
- 「保全」：施設、設備をその使用期間において適正な状態に保つことをいい、このために必要な点検・整備、補修、長寿命化に資する整備等の全ての行為を含む。
- 「劣 化」：品質や性能が悪くなることをいう。
- 「劣化要因」：設備・機器の劣化又は故障に至らしめる種々のパラメータを一般にストレスと称する。このストレスを設備・機器のサイドから見て、劣化要因という。
- 「経年劣化」：物理的劣化と時代的劣化の両方を合わせたものをいう。経年劣化は総合的な利用価値の低下を意味する。
- 「陳腐化」：古くさくなることをいう。例えば、修理・交換が従前の機器では困難となること。
- 「老 朽 化」：設備・機器が使用年限を超過し、経年劣化等により役立たなくなることをいう。
- 「機 能」：もののはたらき。機械設備では、機械に備わった能力をいう。
- 「機能低下」：施設・設備・機器等の機能が設置当初に比べて低下することをいう。
- 「故障」：機器・部品において劣化や地震、風水害、雷等の外的要因による異常、不調が生じ、機能が円滑に働かなくなることをいう。
- 「交換」：劣化した機器・部品を補修用機器・部品に取り替えることをいう。
- 「修理」：劣化又は破損した部位、部材（部品）等の性能・機能を実用上支障のない状態まで回復させるよう、部品交換等の必要な処置を行い、直すことをいう。
「修繕」と呼ぶこともある。
- 「補 修」：故障、破損した機器・部品を交換、修理により補いつくろうことをいう。
- 「改 造」：設備・装置・機器等を作り直すことで、機能的な変更を伴うものをいう。
- 「寿命」：機器・部品等が壊れずに使用に耐えて働く期間をいう。
- 「余 寿 命」：診断した時点から、機器・部材、部品の機能・性能が許容範囲内であると判断される期間をいう。

「耐用年数」：設備の経済的な検討における設備個別又は全体システムの現実的な推定使用年数をいう。

「参考耐用年数」：設備・装置等を標準状態で使用し、使用開始から、機能、安全性、操作性等について問題が生じ、取り替えが必要となるまでの期間である。

「使用年数」：本手引き中では当該施設の使用開始年から、廃止までの期間をいう。

「更新」：施設あるいは設備全体又は一部を新しいものに取り替えることをいう。劣化した機器・部品を修理・交換するよりも全体を取り替えた方が経済的な場合や、施設・設備の機能が時代、社会状況等にそぐわなくなった場合等に更新が行われる。更新には「リプレース」と「リニューアル」のふたつの形態がある。

参考文献

- 『除塵設備設計指針』（水門鉄管協会）
- 『鋼構造物計画設計技術指針（除塵設備編）』（農林水産省農村振興局整備部設計課）
- 『農業用施設機械設備等整備補修の手引き』（農林水産省農村振興局整備部水利整備課施設管理室）
- 『基幹水利施設指導・点検・整備マニュアル（排水機場編）』（農林水産省構造改善局総務課施設管理室）
- 『わかりやすい土地改良施設管理入門（排水ポンプ編）』（全国土地改良事業団体連合会）
- 『わかりやすい土地改良施設管理入門（用水ポンプ編）』（全国土地改良事業団体連合会）