

農業水利施設の機能保全の手引き

「頭首工（ゴム堰）」

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 ゴム堰の基本事項	1
1. 1 ゴム堰の特性を踏まえた取組	1
1. 1. 1 ゴム堰の構成要素	4
1. 1. 2 ゴム堰の特徴	9
1. 2 ゴム堰の性能管理	11
1. 2. 1 ゴム堰の機能と性能	11
1. 2. 2 ゴム堰の性能管理	14
1. 3 ゴム堰の機能保全	19
1. 4 ゴム堰の性能低下	25
1. 5 ゴム堰の機能保全の流れ	27
第2章 機能診断調査	28
2. 1 基本的事項	28
2. 2 事前調査	30
2. 3 現地踏査	36
2. 4 現地調査	38
第3章 機能診断評価	42
3. 1 機能診断評価の視点	42
3. 2 設備・装置・部位の健全度評価	44
第4章 機能保全計画	51
4. 1 機能保全計画の策定プロセス	51
4. 2 性能低下予測	52
4. 3 機能保全計画の策定	54
4. 3. 1 機能保全対策の検討に当たっての留意事項	55
4. 3. 2 点検・整備計画	57
4. 3. 3 関係機関との合意形成	60

用 語 集

参考文献

第1章 ゴム堰の基本事項

1. 1 ゴム堰の特性を踏まえた取組

ゴム堰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、ゴム堰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】

頭首工に設置されるゲート設備は、河川から農業用水を水路に取り入れる目的のため設置され、取水位確保機能、取水量調節機能、魚道機能など、様々な機能を担っている。そのゲート設備は、河川に設置される構造物であることから、河川流水を安全に流下させる観点から洪水流下機能（取水堰に設置される洪水吐、土砂吐ゲート）や洪水遮断機能（取水口ゲート）も要求される。

このため、頭首工におけるゲート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。

頭首工の構成は、堰柱、エプロン等の「コンクリート施設」と、ゲート設備・電気設備・水管理制御設備等の「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。

同様に、頭首工を構成するゲート設備の一種類であるゴム引布製起伏堰（以下「ゴム堰」という。）設備も、袋体・固定金具・操作装置・機側操作盤装置等、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でその機能を発揮する。

このため、ゴム堰の性能管理や機能診断評価は、ゴム堰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、これら部位等の重要度からゴム堰全体へ与える影響について考える必要がある。

補修・補強工事を行う際には、取水や河川の流水の流下を妨げないよう、仮締切り工、水替え工等の大規模な仮設工事が必要となる場合があることに留意する。

ゴム堰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。

従来のゲート設備は、ほとんどが鋼製ゲートであった。しかし、国内最初のゴム堰が昭和39年に竣工して以来、その特徴である流水疎通の確実性、施工の容易性と工期の短縮、維持管理の容易性等が注目され、現在ではゴム堰が採用されることも多くなっており、頭首工のゲート設備としてもゴム堰が採用されることがある。

ただし、ゴム堰は、全閉時及び全開時の機能について鋼製ゲートと同等であるが、ゴム堰の柔構造に起因する袋体の変形やVノッチ現象の発生等により精密な水位制御はできないので、頭首工においては洪水吐として採用されている。

ゴム堰の主要な特性を、ゴム引布製起伏堰施設技術指針（1-3～1-5頁）より抜粋して表1-1に示す。

表1-1 ゴム堰の主要な特性

項 目	特 性
1. 水位制御	空気式ゴム堰では、Vノッチ及び越流振動が発生しない範囲で可能である。水式ゴム堰では、袋体の越流振動が発生しない範囲で水位制御は可能である。ただし、上下流水位変化によって堰高が変化するため、微妙な水位制御には難点がある。
2. 完全起立	起立操作は、ブロー、ポンプなどの弁操作が単純で、可動部が少ないことから信頼性は高い。ただし、袋体上に堆砂があると完全起立が困難な場合もあるので、設置場所によっては対策が必要である。
3. 完全倒伏	倒伏操作は、膨張媒体排出弁の弁操作が単純で、操作機構が単純なため動作の信頼性は高い。膨張媒体完全排除補助装置の併用により袋体を完全に収縮が可能である。ただし、上下流水位差が小さく倒伏時の流速が小さい条件では、収縮した袋体が完全に倒伏しない場合があるので、倒伏操作時の水理条件によっては検討が必要である。
4. 袋体の点検	袋体外部点検は、常時越流している堰や倒伏状態で水流が多い堰では困難である。袋体内部の点検は、一般的には困難であるが、監査廊が設置されている場合は袋体内部の点検が可能である。
5. 維持修繕	損傷範囲が小さい場合は、パッチ修理方法等により比較的容易に修繕が可能であるが、修理箇所をドライにしなければならない。
6. 堆砂処理	袋体の起立時に土砂の自然排除が可能な場合もあるが、完全に起立させることは困難で、ゴム堰の目的によっては人力、機械力による排砂を併用する必要がある。

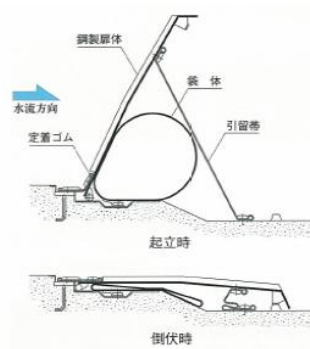
なお、ゴム堰と鋼製起伏ゲートの中間的な構造のS R (Steel & Rubber) 堰が開発され、ゴム堰ではできなかった水位制御が可能なゲートとして採用されている例があるが、本手引きではS R 堰は対象としていない。

【参考】S R (Steel & Rubber) 堰

S R 堰は、ゴム堰の上流側にスキンプレートを取り付けたような構造であり、スキンプレートにより堰高を均一に安定させることができるため、水位制御が可能である。起伏はゴム堰と同様に空気を供給・排除して行う。



【S R 堰の全体写真】



【S R 堰の断面構造例】

【参考】鋼製ゲートとの比較

ゴム堰と鋼製ゲートとの特性比較を「ゴム引布製起伏堰施設技術指針」（1-7頁）より次に引用する。

項 目	ゴム堰	鋼製ゲート	
		引上げ式	転倒式
倒伏性	倒伏操作は、空気・水の排出弁開放にて行う。 機構が単純で、停電時でも無動力で自動倒伏するので安全である。	開操作はワイヤロープ又はラック式等による扉体の引き上げで行う。 洪水時には堤防高以上に扉体を巻き上げるので安全である。	倒伏操作は、油圧シリンダ式による弁操作、又はワイヤロープ式で行う。 停電時でも無動力で自動倒伏するので安全である。
流水疎通	長大径間長の施工が可能なので、堰柱による河積の阻害率が小さい。	ゴム堰に比べて、堰柱による阻害率が高い。	同左
止水性	三方固定で摺動部がなく止水性が優れている。	摺動部の水密ゴムを定期的に交換すれば、止水性が確保できる。	同左
土木構造への影響	河道計画横断形に合わせて設置できる。 鋼製ゲートに比べ、取付け擁壁が省略され、構造も簡略化できる。	ゲート部分を矩形断面に変更して設置する。	同左
耐久性	ゴム引布の耐久性については、これまでの実績及び種々の試験結果から、鋼製ゲートの耐久性にほぼ近いものと推定される。耐久性が特に問題となるのは、転石等の流下物が多い河川に設置する場合等であり、袋体及び固定装置に関し、十分な対策を講じる必要がある。	適切な維持管理を行うことにより40年程度の耐久性を有している。	同左
堆砂の影響	オーバーフロー形式のため、排砂性能は引上げ式ゲートに比べ劣る。	アンダーフロー形式のため、排砂性能は優れている。	オーバーフロー形式のため、排砂性能は引上げゲートに比べ劣る。
水位一定制御	堰体に越流振動が発生しない範囲内において水位一定制御は可能である。	任意の開度設定ができるので、制御は可能である。	同左
堰高制御	膨張媒体の給排による制御は可能であるが、堰高の把握が困難であり、一般的な構造では、制御装置を持たないものが多い。	任意の開度設定ができるので、制御は可能である。	同左
維持管理	点検・整備・倒伏操作等は容易である。また、塗装が不要であるので、維持管理費は低廉である。	点検・整備・ゲート操作は容易であるが、定期的な塗装・水密ゴムの交換が必要である。	同左
経済性	堰本体の建設費、維持管理費とも安価である。	ゴム堰に比べ、建設費、維持管理費とも高価である。	ゴム堰に比べ、建設費、維持管理費ともやや高価である。

1. 1. 1 ゴム堰の構成要素

ゴム堰は、袋体・固定金具・操作装置・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】

ゴム堰設備は、装置、機器・部材、部品により構成される。ゴム堰の構成要素系統図の例を図1-1に、またゴム堰の階層による区分を表1-2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。

頭首工に設置されるゴム堰は、袋体、固定金具、操作装置、機側操作盤等（制御機器）から構成されている。頭首工ゲート設備の一般的な形式を表1-3に、また設備の構成例を図1-2に示す。

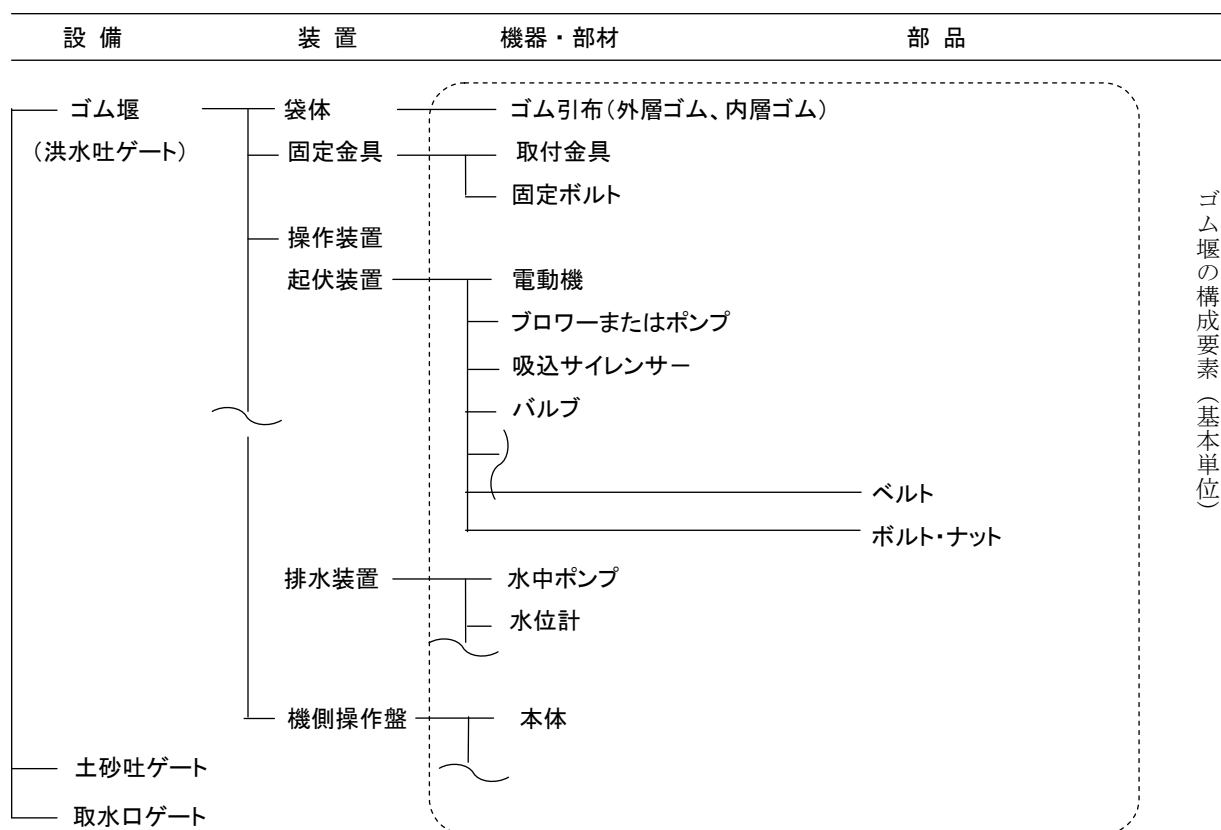


図1-1 ゴム堰の構成要素系統図の例

表1-2 ゴム堰の階層による区分

階層区分		ゴム堰	
		設備等の内訳	主な対策方法
施 設	頭首工		補修
設 備	洪水吐ゲート（ゴム堰）		修理、更新
装 置	袋体、固定金具、操作装置（起伏装置、自動倒伏装置、内圧検知装置、過圧防止装置、排水装置、水位検出装置）、機側操作盤等		修理、更新
部 位	機器・部材	電動機、減速機、ブロワー又はポンプ、吸込サイレンサ、バルブ、配管、水位計	修理、交換
	部 品	ボルト、ナット、パッキン、ベルト等	交換

表1-3 頭首エゲート設備の一般的な形式

ゲート設備(使用目的)	扉体形式	開閉装置形式
- 洪水吐ゲート - 土砂吐ゲート - 取水口ゲート	- 鋼製ローラゲート - 鋼製スライドゲート - 鋼製起伏ゲート — SR堰(ゴム袋体支持式鋼製起伏堰) — ゴム堰(ゴム引布製起伏堰)	- ワイヤロープウィンチ式 - ラック式 - スピンドル式 - 油圧シリンダ式 水式 空気式

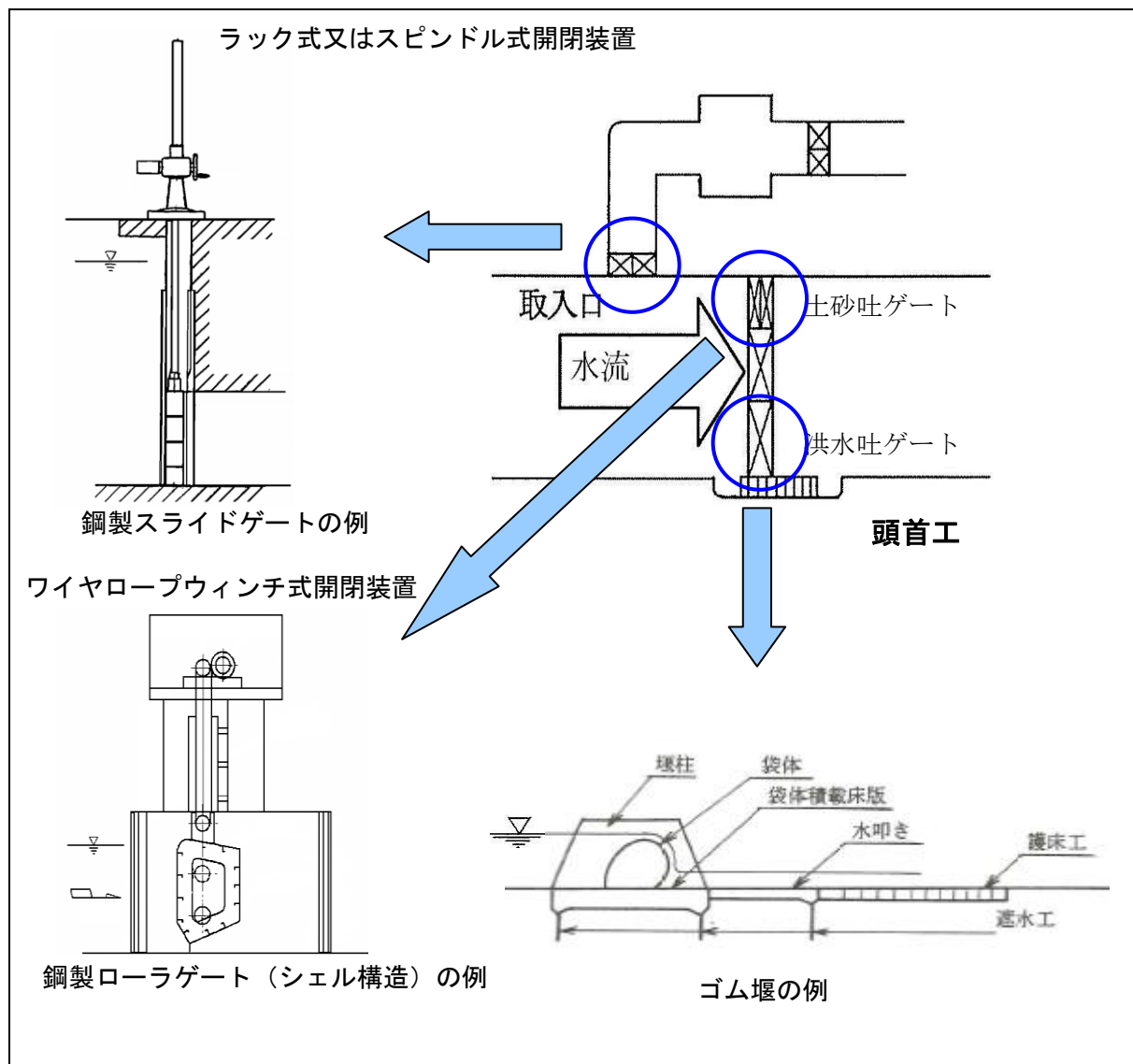


図1-2 頭首エゲート設備の構成例

【参考】ゴム堰を設置する場合のゲート設備の構成例

ゴム堰を河川の頭首工に設置する場合は、一般的に水位を調節するための鋼製ゲートと組み合わせて設置することが多い。

また、水路等で厳密な水位調節を必要としない箇所にゴム堰を設置する場合は、単独で設置されることがある。



【ゴム堰と鋼製ゲートを組み合わせた頭首工の例】



【ゴム堰を単独で水路に設置した例】

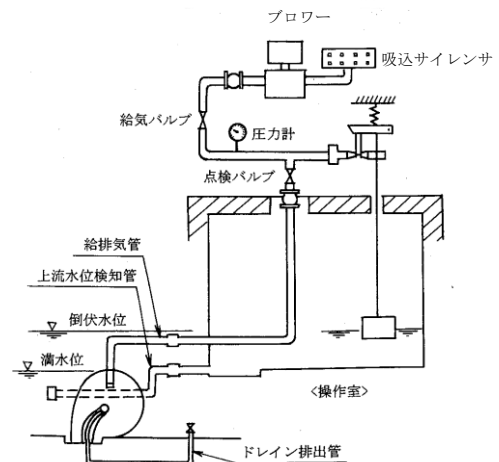
【参考】用語の説明

(1) ゴム堰

袋状の合成ゴム引布の扉体（以下「袋体」と称す。）を有し、袋体膨張媒体（水又は空気）を袋体に圧入し、もしくは、袋体より排除することによって起伏させる形式の構造物をいう。



【ゴム堰の全体写真】

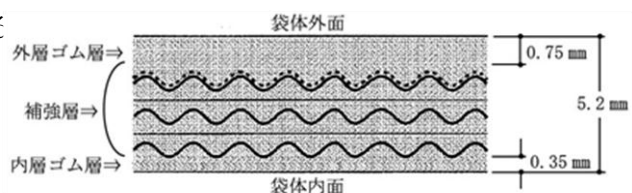


ゴム堰は、鋼製起伏ゲートをゴムと布を貼り合わせて作るゴム引布製のチューブで置き換えたようなもので、起伏ゲートと同様に縦横比の制限が少なく、長径間の場合にも適用が可能であり、ローラゲートのような門柱も不要である。

また、ゴム堰は、鋼製起伏ゲートのように、微妙な水位制御は困難であるが、内部の空気等を抜くことにより袋体が河床に張り付くようになるため、洪水流下が確実である他、施工の容易性と工期の短縮、維持管理の容易性等に優れている。

(2) ゴム引布

強度部材であるナイロン、アラミド繊維等の織布にエチレンプロピレン、クロロプレンゴム等の合成ゴムを被覆し、積層した膜材料である。

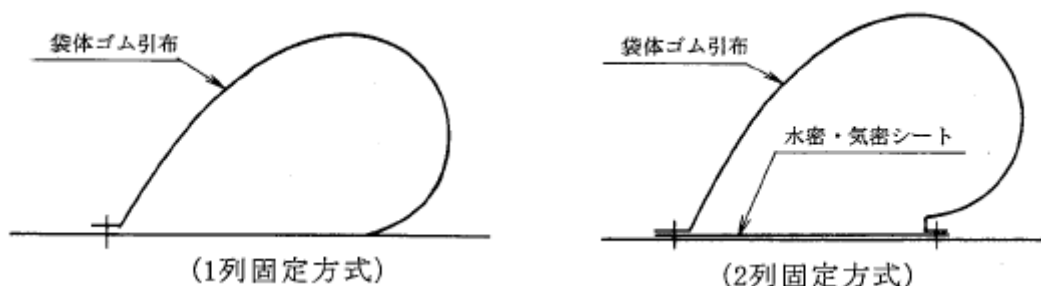


【ゴム引布の断面構造例】

袋体を使用されている合成ゴムは、外部からの圧力、温度、日射、起伏操作に伴う繰り返し疲労等により柔軟性や強度が低下するが、これまでの実績を踏まえると、実用的に問題となることは少ない。ただし、鋭利な刃物等により容易に切断できるので、取扱いに注意する必要がある。

(3) 袋体ゴム引布、水密・気密シート

袋体ゴム引布、水密・気密シートとは下図に示す袋体の部分を言う。なお、1列固定方式の場合を水密・気密シートを使用する必要はなく、2列固定方式の場合でも水密・気密シートを使用しない場合がある。



（４）袋体固定方式

袋体を床版部に固定する方式であり、ゴム引布を上流側の１列で固定する１列固定方式と上下流の２列で固定する２列固定方式がある。上下流水位の変動、波浪等によって下流側からの力を受ける場合は２列固定方式が有利である。（上図参照）

（５）固定金具

袋体を床版部に固定する金具の総称であり、取付金具と固定ボルトより構成される。

（６）操作装置

起伏装置、自動倒伏装置、内圧検知装置、過圧防止装置、排水装置、水位検出装置等袋体の操作に係る機械設備の総称である。

（７）起伏装置

袋体を起立又は倒伏するための機械設備の総称である。起立装置は袋体を起立させる装置であり、エンジン又は電動機で駆動するブロワー（水式の場合はポンプ）及びそれに付随するバルブなどの機器装置をいう。

（８）自動倒伏装置

上流水位が一定水位になった時に自動的に袋体を倒伏させる装置であり、本手引ではフロート式やバケット式等の機械方式をいう。

（９）過圧防止装置

袋体の損傷を防止するために、内圧が一定値以上になると膨張媒体を排出するための装置である。サイフォン型、水封管型、Ｕ字管型等の方式がある。

（１０）ブロワー

送風機的一种で、圧縮比1.1 ～ 2.0程度のものをさす。ゴム堰では、空気式の場合で膨張媒体である空気を袋体を送るために使用される。

送風機は、気体に運動エネルギーを与えたり圧力を高めたりする流体機械のうち圧縮比2.0未満のものをさす。送風機は圧縮比によりファンとブロワーに分類される。ファンは、送風機のうち圧縮比1.1未満のものをさす。また、圧縮比2.0以上のものは、圧縮機（コンプレッサと呼ぶことが多い）に分類される。

（１１）吸込サイレンサ

ブロワーで空気を送る時に、吸込口で発生する騒音を低減させるために使用される機器である。

（１２）Ｖノッチ現象

ゴム堰の膨張媒体として空気を使用する場合は、袋体の内圧が低下すると袋体の高さが均一でなくなり、中央付近だけが極端につぶれた状態となってしまう。

この現象は「Ｖノッチ」と呼ばれており、この状態では水位や放流量の制御は困難となる。

また、Ｖノッチ現象が発生すると、Ｖノッチ部に流量が集中するため護床護岸への影響について検討する必要がある。

Ｖノッチ現象はゴム堰を倒伏させる過程でも発生するが、倒伏過程でのＶノッチ現象は避けられない。



【ゴム堰のＶノッチ現象の例】

1. 1. 2 ゴム堰の特徴

ゴム堰を構成する機器・部材、部品は、水中・大気中・屋内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、ゴム堰において、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】

ゴム堰単体としての機能には、起伏機能がある。起伏機能を十分に発揮させるためには、想定される外力に対してゴム堰が十分な強度（構造物としての基本的な安全性）を有し、また起伏装置が十分な起伏能力を有して袋体の起伏に支障を来さないことが重要である。

頭首工に洪水吐として設置されるゴム堰では、設計取水位（※洪水発生前に倒伏するため、設計洪水位を設計水位としない）が主たる外力（水圧荷重）の因子となるが、袋体や固定金具に作用する荷重は袋体の内圧によって発生することから、経年劣化した状態においても袋体が十分な強度（単位幅当りの引張強さ0.2～2.5kN/mm程度）を有している必要があり、また、腐食等により経年劣化した固定金具についても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。

一方、袋体の気（水）密を保持するのは袋体のゴム層であるため、摩耗等により厚みが減少した状態においても、気（水）密が確保される必要がある。

このようなことより、袋体については経年劣化と摩耗、固定金具については摩耗と腐食について最も注意を払うべきである。塩害のおそれのある地域に設置されるゴム堰の固定金具については、特に細やかな配慮が必要である。

図1-3に1列固定方式ゴム堰断面構造の例を、図1-4に2列固定方式ゴム堰の無水状態での荷重作用状態の例を示す。

ゴム堰の場合、内圧による荷重が袋体⇒取付金具⇒固定ボルト⇒コンクリート床版の順に伝達されるため、これらの部材の安全性に対する影響度は大きいと言える。

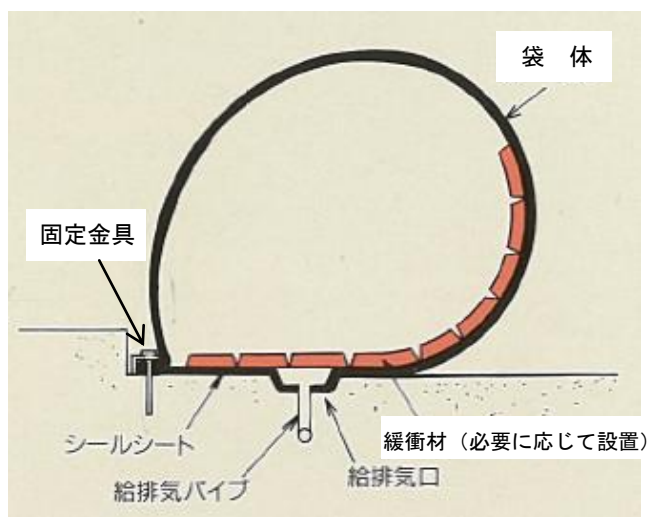


図1-3 1列固定方式ゴム堰断面構造の例

通常ゴム堰は、上流水位が規定値に達すると水位検出装置の信号により、電氣的に自動倒伏させることが多い。また、更に上流水位が上昇した場合は機械式自動倒伏装置により、無動力で倒伏させる。このようにゴム堰の安全性を確保するための水位検出装置や機械式自動倒伏装置については、確実に作動することを確認する必要がある。

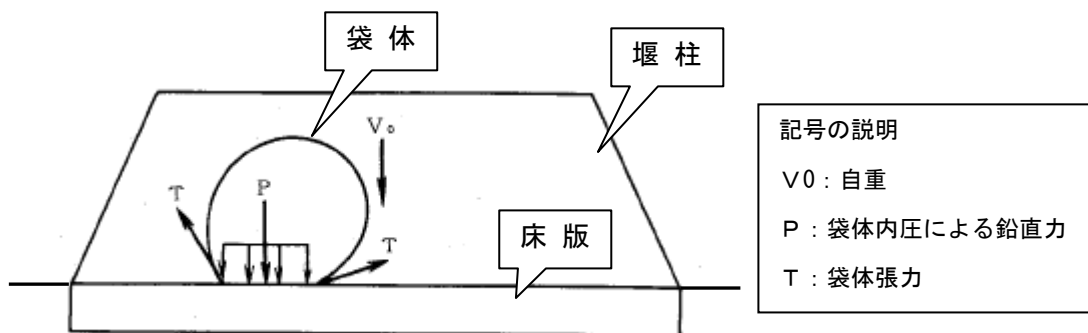
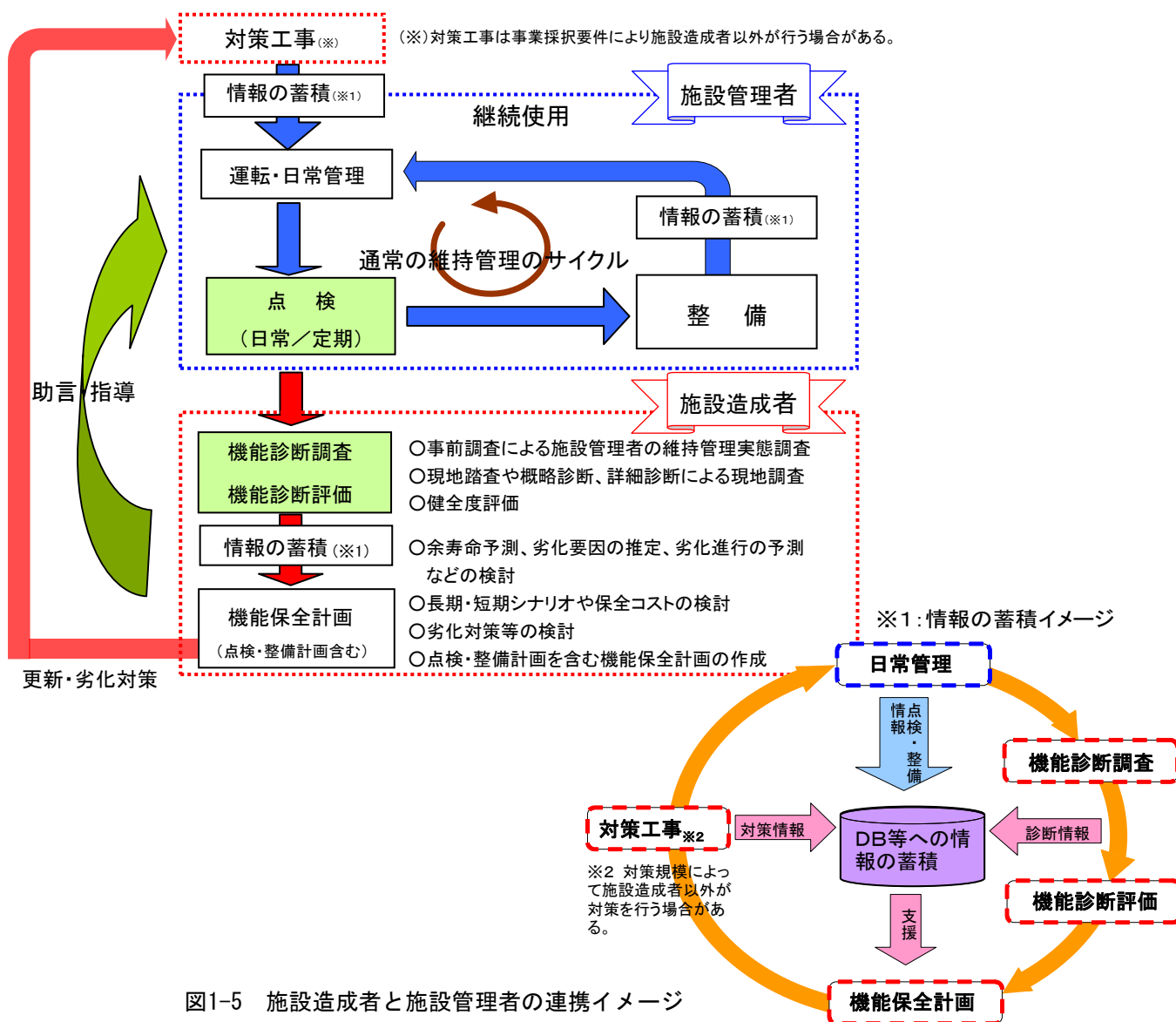


図1-4 2列固定方式ゴム堰の無水状態での荷重作用状態の例

ゴム堰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。



1. 2 ゴム堰の性能管理

1. 2. 1 ゴム堰の機能と性能

ゴム堰は、取水位の確保、洪水時の流水を安全に流下させる機能等を有する。

ゴム堰の性能は、これらの機能を発揮する能力であり、ゴム堰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】

ゴム堰の性能管理とは、ゴム堰に必要な機能、性能を長期にわたって維持、場合によっては向上させる行為である。施設造作者や施設管理者は、頭首工やゴム堰の設置目的、ゴム堰が頭首工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目的であり、これを達成するため、取水堰に設置される洪水吐ゲート、土砂吐ゲートには取水位調節機能、取水位確保機能、排砂機能などの水利用機能・水理機能が必要となる他、河川構造物という観点から洪水流下機能が必要となる。

一方、取入口に設置する取水口ゲートには、取水量調節機能や取水量流下機能などの水利用機能の他、堤防としての役割があるため、洪水発生前にはゲートで取水口を遮断し、洪水被害を防ぐ洪水遮断機能が必要となる。表1-4に頭首工ゲート設備の設置目的と具備する機能（本来の機能）を示す。ゲート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1-4 頭首工ゲート設備の設置目的と具備する機能

施 設	区 分		一般的に使用される ゲート形式	設置目的	機 能 (本来の機能)
頭首工	取水堰	洪水吐 ゲート	- ローラゲート - シェル構造ローラゲート - 起伏ゲート 2段式ローラゲート - 起伏ゲート付2段ローラゲート - ゴム堰（ゴム引布製起伏堰）	- 取水のために必要な取水位を確保する - 洪水流量を安全に流下させる	- 取水位確保機能 - 取水位調節機能（土砂吐ゲートのみで調節できない場合） - 洪水流下機能
		土砂吐 ゲート	- ローラゲート - シェル構造ローラゲート - 起伏ゲート付2段ローラゲート	- 取水のために必要な取水位を確保する - 取水堰上流に堆積した土砂を排砂する	- 取水位確保機能 - 取水位調節機能 - 排砂機能 - 洪水流下機能
	取入口	取水口 ゲート	- ローラゲート - スライドゲート	用水路に必要な取水量を取り入れる	- 取水量流下機能 - 取水量調節機能 - 洪水遮断機能
	沈砂池、排砂等		- ローラゲート - スライドゲート	- 沈砂池に堆積した土砂を排砂する - 沈砂池内の水位を確保する	- 排砂機能 - 制水機能

ゲート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。ゲート設備の内、ゴム堰の機能・性能の例を表1-5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の機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1-5 ゴム堰の機能・性能の例

機能・性能		機能・性能の内容
1) 本来の機能		事業目的や頭首工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（ゴム堰に直接求める役割）
取水確保機能 洪水流下機能 制水機能	水利性	洪水時の安全を確保し、施設管理者等（利用者）の要求を満たす水位・水量を確実に確保できる性能
	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		本来の機能以外の機能で、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

※上表の本来の機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】頭首工に設置されるゲート設備（ゴム堰を含む）の機能・性能の考え方

1) 機能の考え方

ゲート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（水量の確保・調節、排砂など水利用に関する役割）、②水理機能（取水位の確保・調節による位置エネルギーの確保など水理学的な送水に関する役割）、③構造機能（ゲートの開閉機能や部材強度などの構造上の役割）に分類されるが、ゲート設備の性能管理では、頭首工を構成するゲート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、取水量流下機能、取水量調節機能、排砂機能、取水位確保機能、取水位調節機能、洪水流下機能、洪水遮断機能などに分類される。それぞれのゲート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動形態を理解する上でも必要である。

なお、ゲート設備における本来の機能は、事業目的や頭首工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、洪水流下機能や洪水遮断機能なども本来の機能に含まれる整理とした。

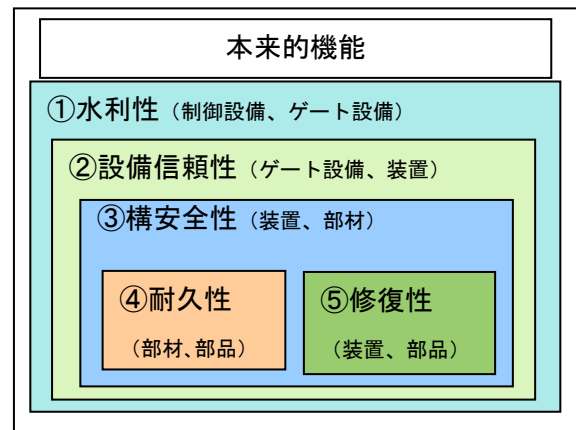
一方、頭首工にゴム堰を設置する場合、ゴム堰の構造的特性により達成できる機能は、取水位確保機能、洪水流下機能、制水機能に限られるため洪水吐ゲートとして設置され、他の排砂機能、取水位調節機能を達成するために鋼製の土砂吐ゲートを併設することが一般的である。

2) 性能の考え方

ゲート設備の本来の機能に関する性能には、洪水時に十分な安全性を確保し、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、ゲート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必要となる。

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、ゲート設備や制御設備を含む、設備全体としての性能が十分であるか、②設備信頼性は、ゲート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、装置類が十分な開閉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。なお、本手引きでは、ゲート設備の制御設備における診断手法は対象外としているが、機能診断調査においては、制御設備も含めた設備全体として、十分な性能を発揮しているかを確認することも必要である。



1. 2. 2 ゴム堰の性能管理

ゴム堰の性能管理は、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】

ゴム堰の性能管理では、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、ゴム堰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、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) ゴム堰の性能管理

ゴム堰の性能管理は、ゴム堰の目的、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。

ゴム堰の性能は、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、ゴム堰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ゴム堰の性能や指標の例には、表1-6に示すものが考えられる。

表1-6 ゴム堰の性能と指標の例

性能の例		指標の例
水利性		水密性、通水遮断性（作動状況）
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
	水理学的安全性	倒伏状態での通水性
	力学的安全性	水圧・内圧等の荷重に対する耐荷性、耐震性（変形・損傷、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（袋体等の摩耗、部材の摩耗代、材質）
	耐劣化性	袋体、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・振動（低周波振動）、環境負荷（CO ₂ 排出、生態系への影響等）、景観（袋体の色・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（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（堆砂防止、メンテナンスフリー、操作容易性等）

（２）ゴム堰における部位別の性能管理

ゴム堰は、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ゴム堰は、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に理解した上で行う必要がある。ゴム堰の機能と性能（部位別）の例を表1-7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）

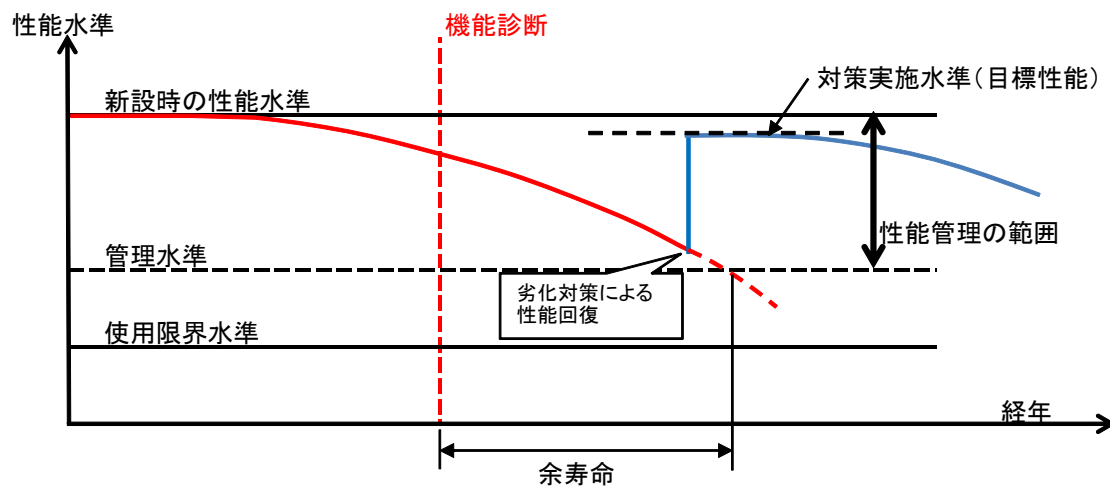


図1-6 設備の性能劣化曲線と性能管理の範囲

<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1-7 ゴム堰の機能と性能（部位別）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	—	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、経済性等	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深の不連続(起伏時の過渡期を除く) 周辺環境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	—	袋体の起伏にあたり給気・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張(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 袋体に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	膨張媒体を袋体に給排気する機能	耐久性(耐腐食性)	漏れによる起立不能	腐食、変形による膨張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

※参考資料編から一部抜粋

【参考】ゴム堰に使用されるゴム引布に要求される仕様を「ゴム引布製起伏堰施設技術指針」(4-7～4-9頁)より抜粋して次に引用する。

部材等		試験項目	規格値	試験方法	
袋体 ゴム引布	ゴム (外層・中間層・内層)	初期物性	TB 11.8 N/mm ² 以上 EB 400 %以上	JIS K 6251	試験片：3点 (ダンベル状3号) 引張速度：500±50 mm/min
		耐熱老化性	TB 9.81 N/mm ² 以上 EB 300 %以上	JIS K 6257	試験片：3点 (ダンベル状3号) 老化温度：100±1℃ 老化時間：96 時間 引張速度：500±50 mm/min
		耐水性	TB 9.81 N/mm ² 以上 EB 350 %以上	JIS K 6258	試験片：3点 (ダンベル状3号) 浸せき温度：70±1 ℃ 浸せき時間：96 時間 引張速度：500±50 mm/min
		耐寒性	異常なし	JIS K 6261	試験片：5点 ぜい化温度：-25 ℃以下
	外層 ゴム	耐摩耗性	0.5 ml 以下	JIS L 6264	テーパー磨耗試験 試験片：3点 研磨といし：H18 荷重：9.8 N 回数：1000 回
		耐オゾン性	異常なし	JIS K 6259	静的オゾン劣化試験 試験片：3点 オゾン濃度：100±10 pphm 引張ひずみ：50±2 % 試験温度：40±2 ℃ 試験時間：96 時間

注1. 規格値欄の記号は、「TB：破断強度」、「EB：破断時伸び」を示す。

注2. 袋体には単位幅当たりの引張強さが0.2～2.5 kN/mm程度のゴム引布が使用される。

注3. 日本ではオゾンに比べて紫外線の影響がほとんどないという理由等で、袋体に使用されるゴム引布に紫外線に対する規定を要求することはないのが実態である。

(3) ゴム堰設計基準類改訂による留意点

ゴム堰の設計基準として、ゴム引布製起伏堰施設技術指針（農林水産省）のほか、ゴム引布製起伏堰技術基準（案）（国土交通省）があり、主な内容は表1-8、表1-9に示すとおりである。

これらの指針・基準以前に設置された設備については、設計手法が指針・基準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・基準に照らし合わせて、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1-8 ゴム引布製起伏堰施設技術指針（農林水産省）の主な内容

制定・改訂年月日	強度に関する主な改定内容	備考
初版 平成11年3月	指針の適用範囲は、河川、水路等に設置されるゴム堰。 ・許容応力 袋体の安全率として設計張力に対して「8」以上 地震時「8/1.5」以上 が示された。 ・設計手法 標準的な設計手法が示された。	新規
第1回改定版 平成19年3月	・許容応力 袋体の安全率として設計張力に対して「4.5」以上 地震時「3」以上 が改定され 応力集中係数「1.75」を考慮することになった。	

表1-9 ゴム引布製起伏堰技術基準（案）（国土交通省）の主な内容

制定・改訂年月日	強度に関する主な改定内容	備考
初版 平成12年10月31日	基準(案)の適用範囲は、一体で製作される袋体を有するゴム堰。 ・許容応力 袋体の安全率として設計張力に対して「4.5」以上が示されたが、 応力集中係数「1.75」を考慮することになっており、実質的に「約8」 ($\approx 4.5 \times 1.75$)と同等である。 ・設計手法 標準的な設計手法が示された。	新規

1. 3 ゴム堰の機能保全

ゴム堰を構成する機器・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、ゴム堰の設置目的、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。

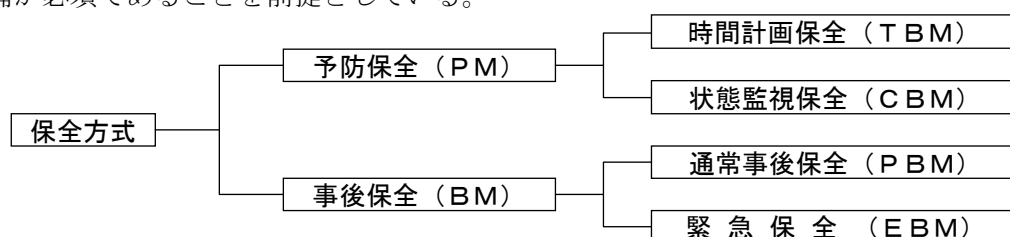


図1-7 保全方式の区分 (JIS Z8115)

(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（定期的な部品等の取替え含む）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観測し、その観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) ゴム堰の重要度区分と保全方式

ゴム堰は、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。

ゴム堰の重要度区分と適した保全方式について表1-10に示す。

表1-10 ゴム堰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	頭首工の洪水吐として設置されたゴム堰等	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	幹線水路に設置されたゴム堰等	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ゴム堰等	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

ゴム堰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、重要な設備の点検においては、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1-11に示す。

表1-11 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、取水位や取水量調節のため、常時稼働する土砂吐ゲート（可動堰）や取水口ゲート、あるいは魚道ゲートなどの設備。

待機系は、頭首工における洪水吐ゲート（ゴム堰を含む）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1-12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1-12 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) ゴム堰の構成部位毎の重要度と保全方式

ゴム堰の構成部位毎の重要度に対応する適した保全方式は、表1-13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1-13 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も、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、ゴム堰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1-14に示すとおりとなる。

表1-14 各部位の重要度と適した保全方式の例

装置 区分	構成機器等	部 位	部位の 重要度	保全方式の例		
				TBM	CBM	PBM
設備全体	袋体・固定金具、操作 装置、機側操作盤	—	—			
袋体	①袋体	a 外層ゴム	A		○	
固定金具	①取付金具	a 全体	A		○	
	②固定ボルト	a 全体	A		○	
起伏装置	①ブロワー又はポンプ	a 全体	A		○	
		b 軸受	A			
	②電動機	a 全体	A		○	
		b 軸受部	A			
	③エンジン	a 全体	A		○	
	④ベルト	a 全体	A		○	
	⑤吸込サイレンサ	a 全体	B		○	
		b ストレーナ				
	⑥バルブ	a 全体	A		○	
	⑦配管	a 全体	A		○	
	⑧機械台	a 全体	B		○	
	⑨機械カバー	a 全体	C			○
	⑩塗 装	a 全体	C		○	
自動 倒伏装置	①バケット	a 全体	A		○	
	②フロート	a 全体	A		○	
	③ワイヤロープ	a 全体	A		○	
		b シーブ	A			
	④バルブ	a 全体	A		○	
	⑤配管	a 全体	A		○	
内圧 検知装置	①ブルドン管圧力計	a 全体	A	○		
	②圧力伝送装置	a 全体	A	○		
	③配管	a 全体	A		○	
過圧 防止装置	①全般	a 全体	A		○	
	②水封管、U字管	a 全体	A		○	
排水装置	①水中ポンプ	a 全体	B		○	
	②水位計	a 全体	B	○		
	③バルブ	a 全体	B		○	
	④配管	a 全体	B		○	
水位 検出装置	①全般	a 全体	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

3) 使用条件と使用環境の検討

ゴム堰の寿命は、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（河川の流況、転石・土砂の有無、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作業が容易で信頼性が高く、長寿命化や経済性につながる場合がある。

また、ゴム堰の場合、袋体本体は常時河川内となるため締切等の仮設を必要とすることから、保全対策の同期化は重要となる。

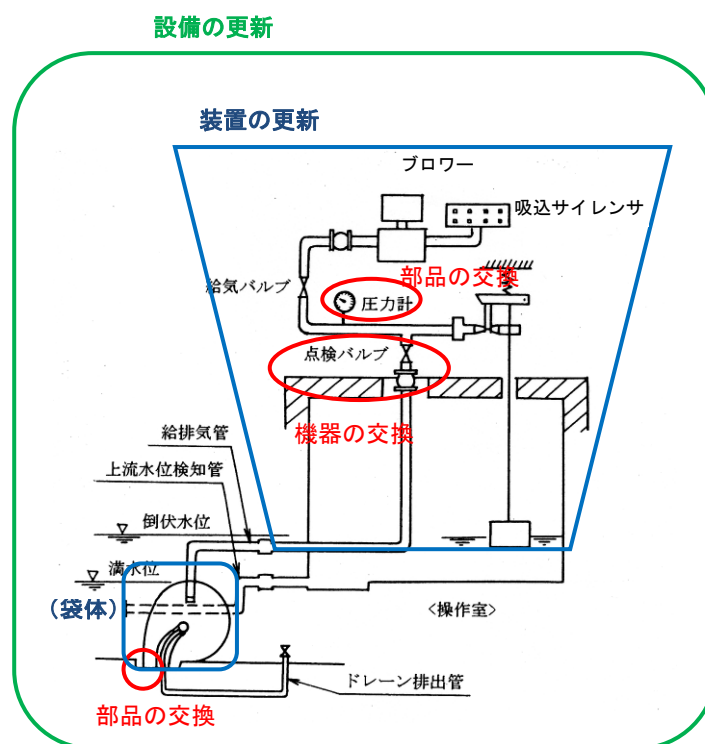


図1-8 施設機械設備の保全対策の単位

1. 4 ゴム堰の性能低下

ゴム堰を構成する機器・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) ゴム堰の劣化と故障

ゴム堰は、水の制御（止水、水位確保）を行うことから流水や流砂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、水を制御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。

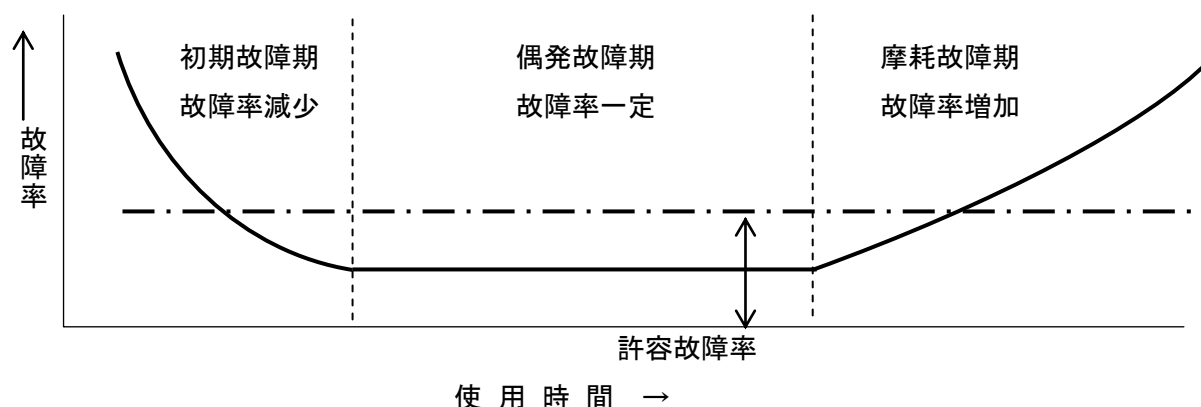


図1-9 使用時間と発生する故障の関係

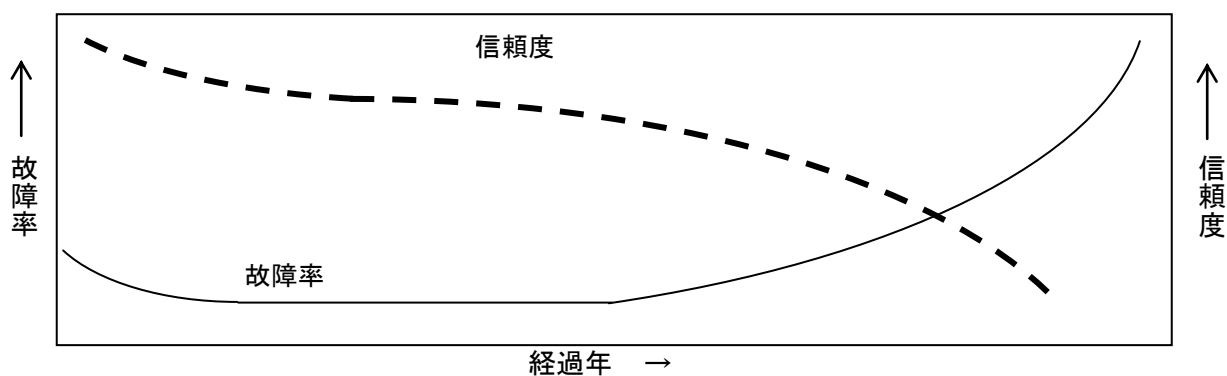


図1-10 故障率、信頼度と経過年の関係

(2) ゴム堰の劣化要因と現象

ゴム堰の劣化要因には、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（き裂、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）による袋体・塗膜劣化
- ④塵埃、湿気等による電気系統の絶縁劣化
- ⑤流砂等による摩耗（袋体、塗膜）
- ⑥流下物等による塗膜損傷、袋体の損傷

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ごみ等によるサイレンサ、ストレーナの詰まり

1. 5 ゴム堰の機能保全の流れ

ゴム堰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】

ゴム堰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。

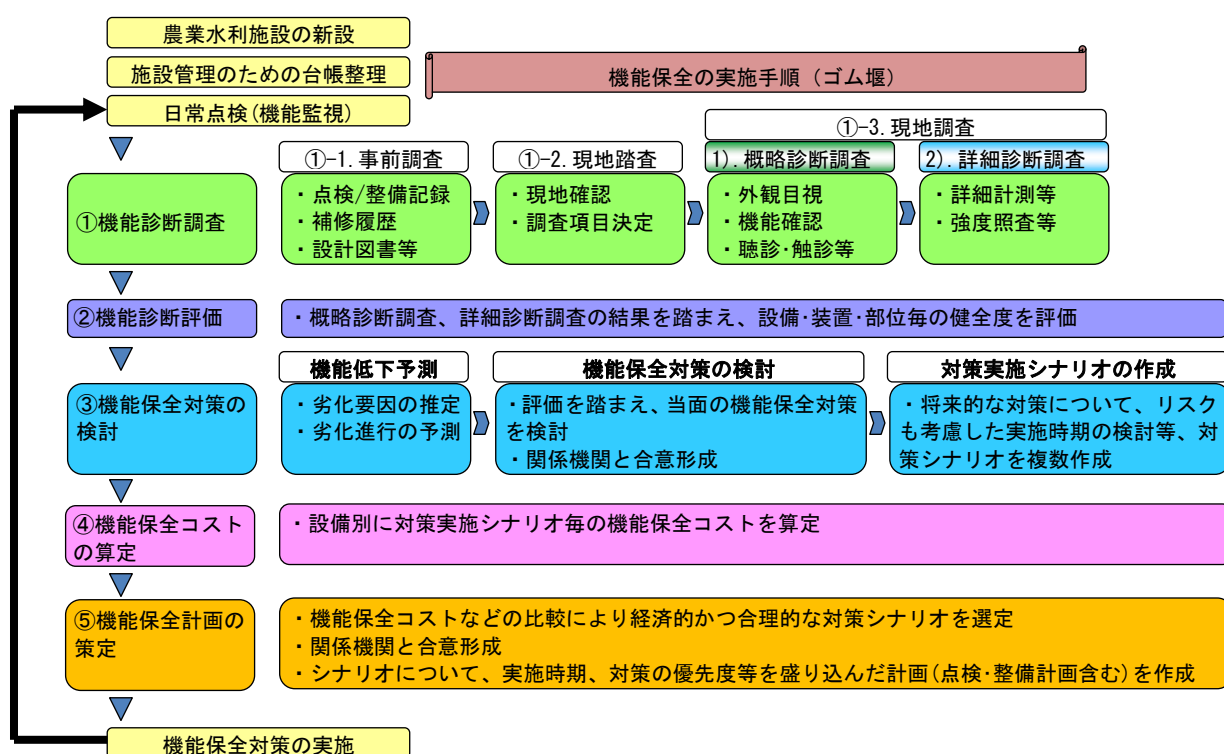


図1-11 機能保全の実施手順

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ゴム堰の性能レベル（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、船上、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

ゴム堰の機能診断調査は、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、ゴム堰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、ゴム堰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。

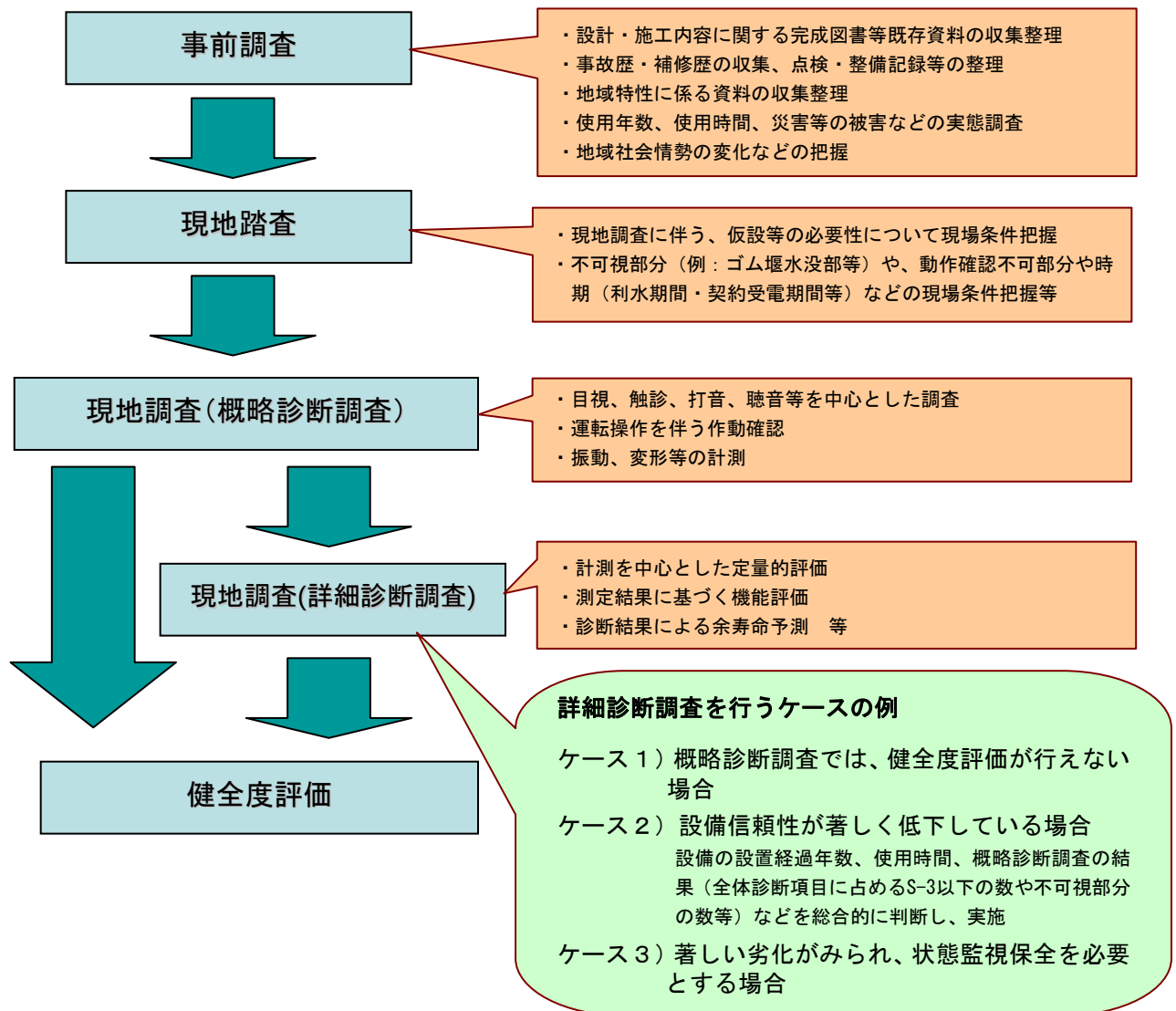


図2-1 機能診断調査の手順

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、施設管理者等から頭首工の設計図書（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、ゴム硬度の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頭首工の名称、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・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	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・修理記録	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
運転記録	運転時間（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

河川の流況、塩害、酸性河川等の水質環境、転石・土砂の有無、塵芥物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、ゴム堰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。ゴム堰は河川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。

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。

頭首工等のゴム堰は、設置後、数十年経過している場合、ゴム堰を取り巻く周辺環境も大きく変わっていることが多い。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、事前調査において把握する必要がある。

表2-2 ゴム堰の事前調査表（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
ゲート設備名称	〇〇〇頭首工
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洪水吐ゲート：ゴム堰（空気(水)式） 10.5m×2.0m — 2門 ②土砂吐ゲート：電動ワイヤロープ式ローラゲート 5.5m×2.5m — 1門 0.3m/min 1.5Kw ③取水ゲート：四方水密電動スピンドル式ローラゲート 3.0 m×1.5m — 1門 0.3m/min 2.2Kw ④操作設備：中央-機側 監視操作卓、現場操作盤 3面
ゲート設備全体図	
ゲート設備全景写真	

表2-3 ゴム堰の事前調査表（設備概要） 記載例(2/4)

項 目	内 容					
1. 設備の概要						
設 備 名	洪水吐ゲートN O 1					
設 備 仕 様	ゴム堰(空気(水)式) 10.5m×2.0m					
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. 設備全体写真						
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	起伏装置	点検整備	(株)〇〇鉄工所	〇〇〇		
H20.10.23	起伏装置	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号ブロワー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. その他特記事項						

※設備毎に作成する。

表2-4 ゴム堰の事前調査表（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	
洪水吐ゲート	袋体	構造材 水密部	既設仕様のまま パッチ修理											△ 100	0 100
		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
	固定金具	取付金具	既設仕様で交換											3000	3000
		固定ボルト													0
		塗 装													
		整備費	小計		0	0	0	0	0	0	0	0	0	3000	3000
			累計		0	0	0	0	0	0	0	0	0	3000	3000
	操作装置	起伏装置 本 体	Vベルトを交換											○ 20	20
		内圧検知 装 置													
		過圧防止 装 置													
		排水装置	水中ポンプを交換											○ 200	200
		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	220	241
			累計		0	0	0	0	0	0	0	21	21	241	241
	整備費の集計	整備費 合計		8000	0	0	0	0	0		0	21	0	3320	3341
		整備費 累計		8000	0	0	0	0	0		0	21	21	3341	3341

※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 ゴム堰の事前調査表（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	〇〇地区		記入者	山田 太郎
施設名	〇〇〇〇頭首工	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	袋 体	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（袋体損傷・劣化・ <u>摩耗</u> 、継目の変状等） ③異常な振動・音が発生している ④Vノッチ現象が発生している ⑤著しい漏水が見られる ⑥その他の異常が見られる（ ） 2. 異常無し 【特記】		1号ゲート右岸河床上流側
	固定金具	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（ ） ③袋体取付部からの漏水が見られる（ ） 2. <u>異常無し</u> 【特記】		
	操作装置	1. 異常有り ①正常に機能していない（起伏操作ができない等） ②老朽化が著しい（操作性の低下等） 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 <u>その他の異常が見られる（排水ポンプのフロートが正常に作動しない）</u> 2. 異常無し 【特記】		1号堰柱ピット
	電気機器	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. <u>異常無し</u> 【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 <u>洪水時の土砂の堆積が多く、撤去しないと起立できないことが多い</u> ②起伏操作に要する時間が設計値に対して誤差が大きイ ③自動転倒することにより取水できないことがある ④管理水位を超過しても自動転倒しない ⑤操作がしづらい（操作作業が複雑、操作位置からゲートが見えない等） ⑥維持管理時の安全性が不十分（歩廊、手摺等の通路の不整備等） ⑦その他の不具合が見られる（ ） 2. 異常無し 【特記】		1号洪水吐ゲート
定期点検実施の有無	1. <u>定期的に実施</u> （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（頭首工編））			

※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号ゲート右岸河床上流側）

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て、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劣化の原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ゴム堰の問診例として、ゴム堰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。

特に各ゲート（ゴム堰、鋼製ゲート等調査対象の全てのゲート）の全閉全開の可否と、可の場合は操作許容時間を確認するとともに、河床面への進入方法を確認することも重要である。

表2-6 ゴム堰の現地踏査表 記載例

整理番号	〇〇〇	調査年月日	平成〇〇年〇〇月〇〇日		
地区名	〇〇地区	記入者	〇〇〇〇		
施設名	〇〇頭首工〇〇ゲート				
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	不要			
	足場	不要			
	水替工	仮締切り及びそれに伴う水替工が必要。			
	その他	重機・大型トラック（〇〇ton級）のアクセスにも問題ない。			
診断時期	受電期間	通年受電			
	ゲート開放の可否	可能			
	診断時期	上記より農閑期（〇月〇日～〇月〇日）であれば、診断可能			
現場状況の 制約事項	動作確認の可否	可能			
	不可視部	袋体内面			
	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、ゴム堰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。

ゴム堰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、電動機及びブロワー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

不可視部分の想定される理由は、常時水没状態であり起伏操作が困難な設備及び操作を行う場合に大規模な仮設を必要とする設備等があげられる。

これによる不可視部分の項目は次のとおりである。

- ① 水没状態にある固定金具や袋体外面の診断
- ② 操作できない操作装置診断

２）不可視部分の評価

以下に評価の取扱い例を示すが、適用に当たっては診断結果から求めるものが診断コストに見合うものであるか、十分な検討が必要である。

① 水没している袋体・固定金具

- ・ 潜士による状態確認、ゆるみ・摩耗・損傷
- ・ 水中カメラによる確認
- ・ 標準寿命による経過年数で評価

但し、個別状況を加味して判断する。

操作頻度、水質 等

② 操作できない操作装置

- ・ 電動機の絶縁抵抗値の測定で評価
- ・ 標準寿命による経過年数で評価

（４）調査表

現地調査を効率的に実施できるように、袋体、操作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 ゴム堰袋体・固定金具 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										
号機名						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				
袋体	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	停		8					
			異常音			A	聴音	異常な音がないこと	停		8					
			起立状態			A	目視	取水時に異常な堰高やVノッチ等の変形による利水上の機能に支障がないこと	停		3					
			倒伏状態			B	目視	倒伏時に袋体内部に空気や水が残留する等により袋体が部分的に膨らんでいないこと	停		3					
			気（水）密			A	目視	袋体から空気（水）が漏れないこと	停		5					
			外層ゴム			A	—	30		摩耗、損傷	A	目視、指触	著しい損傷及び摩耗がないこと	停		
	クラック	A		目視、指触	織布に達するようなクラックの発生がないこと		停				6					
	縫目の変状	A		目視	有害な変形がないこと		停				6					
	剥がれ、凸状膨れ	A		目視	剥がれ、凸状膨れがないこと		停				6					
	全体	A		—	8					塗装	C	目視	さび、ふくれ、割れ、剥がれがないこと	停		11
	取付金具	A		—	40					摩耗、損傷	A	目視	著しい摩耗、損傷がないこと	停		6
				変形						A	目視	有害な変形がないこと	停		4	
			腐食	B		目視		著しい腐食がないこと	停		11					
固定ボルト	A	—	40		摩耗、損傷	A	目視	著しい摩耗、損傷がないこと	停		6					
		変形			A	目視	有害な変形がないこと	停		4						
		腐食			B	目視	著しい腐食がないこと	停		11						
		ゆるみ、脱落			A	目視	ゆるみ、脱落がないこと	停		7						
—	【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 ゴム堰操作装置 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				仕様				
号機名														
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	
起伏装置	全体	A	－	－		起立時間	B	計測		設計値の±10%以内であること	運			7
			－			倒伏時間	B	計測		設計値以内であること	運			7
	ブロー	A	－	15		温度上昇	A	計測	ブロー	異常過熱がないこと（温度上昇50℃以下）	運			2
			－			振動	A	計測	ブロー	異常振動がないこと	運			3
	ポンプ	A	－	15		温度上昇	A	計測	ポンプ	異常過熱がないこと（温度上昇50℃以下）	運			2
			－			振動	A	計測	ポンプ	異常振動がないこと	運			3
	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			4
			－			電圧値	A	計測	電動機電圧	定格電圧に対し、およそ±10%の範囲内であること	運			4
			－			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			5
			－			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			6
			－			回転数	A	計測	開閉速度	設計値の±10%以内であること	運			7
			－			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			2
			－			振動	A	計測	本体・軸受部	異常振動がないこと	運			3
内圧検知装置	ブルドン管圧力計	A	－	10		圧力値	B	計測		適正であること	停			8
	圧力伝送器	A	－	10		圧力値	B	計測		設計値と同等であること	停			8
過圧防止装置	全体	A	－	40		過圧防止圧力	B	計測		設計値と同等であること	運			8
排水装置	水中ポンプ	B	－	10		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			5
－	【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。

※表中、操作装置は「起伏装置」、「内圧検知装置」、「過圧防止装置」及び「排水装置」に細区分して示してある。