

農業水利施設の機能保全に関する
調査計画の参考資料
(案)

[ゴム堰編]

令和3年6月

農業水利施設の機能保全に関する調査計画の参考資料(案)
(ゴム堰編)

目 次

7. ゴム堰	ゴ-	1
7.1 基本事項	ゴ-	1
7.1.1 頭首工のゲート設備	ゴ-	1
7.1.2 ゴム堰の構成要素	ゴ-	11
7.1.3 ゴム堰の機能と性能	ゴ-	15
7.2 機能診断調査	ゴ-	22
7.2.1 基本的事項	ゴ-	22
7.2.2 事前調査（既存資料の収集整理等）	ゴ-	26
7.2.3 現地踏査（巡回目視）	ゴ-	34
7.2.4 現地調査（近接目視と計測）	ゴ-	42
7.3 機能診断評価	ゴ-	69
7.3.1 機能診断評価の視点	ゴ-	69
7.3.2 設備・装置・部位の健全度評価	ゴ-	71

【凡例】（本文の文字色等）

赤字、赤の吹き出し、赤枠：ポイントや参考、注意点等を示す。

青字：調査表等の記載内容例として、参考に示す。

7. ゴム堰

7.1 基本事項

7.1.1 頭首工のゲート設備

(1) 頭首工に使用されるゲート形式

ゴム堰は頭首工のゲートとして用いられることがあり、頭首工で用いられるゲート設備の一般的な形式を鋼製ゲートも含めて表-7.1.1に、使用目的によるゲート形式の適用性を表-7.1.2に、その使用例を図-7.1.1、写真-7.1.1～写真-7.1.4に示す。

表-7.1.1 頭首工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
鋼製ゲート	- 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	- ワイヤロープウインチ式 - ラック式 - スピンドル式 - 油圧シリンダ式
ゴム堰	洪水吐ゲート	- 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)	- 水式 - 空気式

(出典：農業水利施設の機能保全の手引き「頭首工(ゴム堰)」)

表-7.1.2 頭首工ゲートの形式と適用

形式・種類			使用目的	洪水吐用	土砂吐用	取水放流用	沈砂池排砂用	魚道用	舟通し用	修理用
上下開閉式	ローラ形式	ローラゲート（ガーダ）	○	○	○	○	△	○		
		長径間ローラゲート（シェル）	○	○						
		多段式ローラゲート	○	○						
	スライド形式	スライドゲート	○	○	○	○				
		ジェットフローゲート			○					
		角落し					○		○	
ヒンジ形式		ラジアルゲート			△					
		起伏ゲート	△		○		○			
バルブ形式		ゲートバルブ バタフライバルブ ホロージェットバルブ			○					
その他の形式		フローティングゲート							○	
ゴム堰		ゴム引布製ゲート	○		○					

(注) ○：使用することが適当な形式

△：場合によっては使用することが適当な形式

(出典：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説「頭首工」)

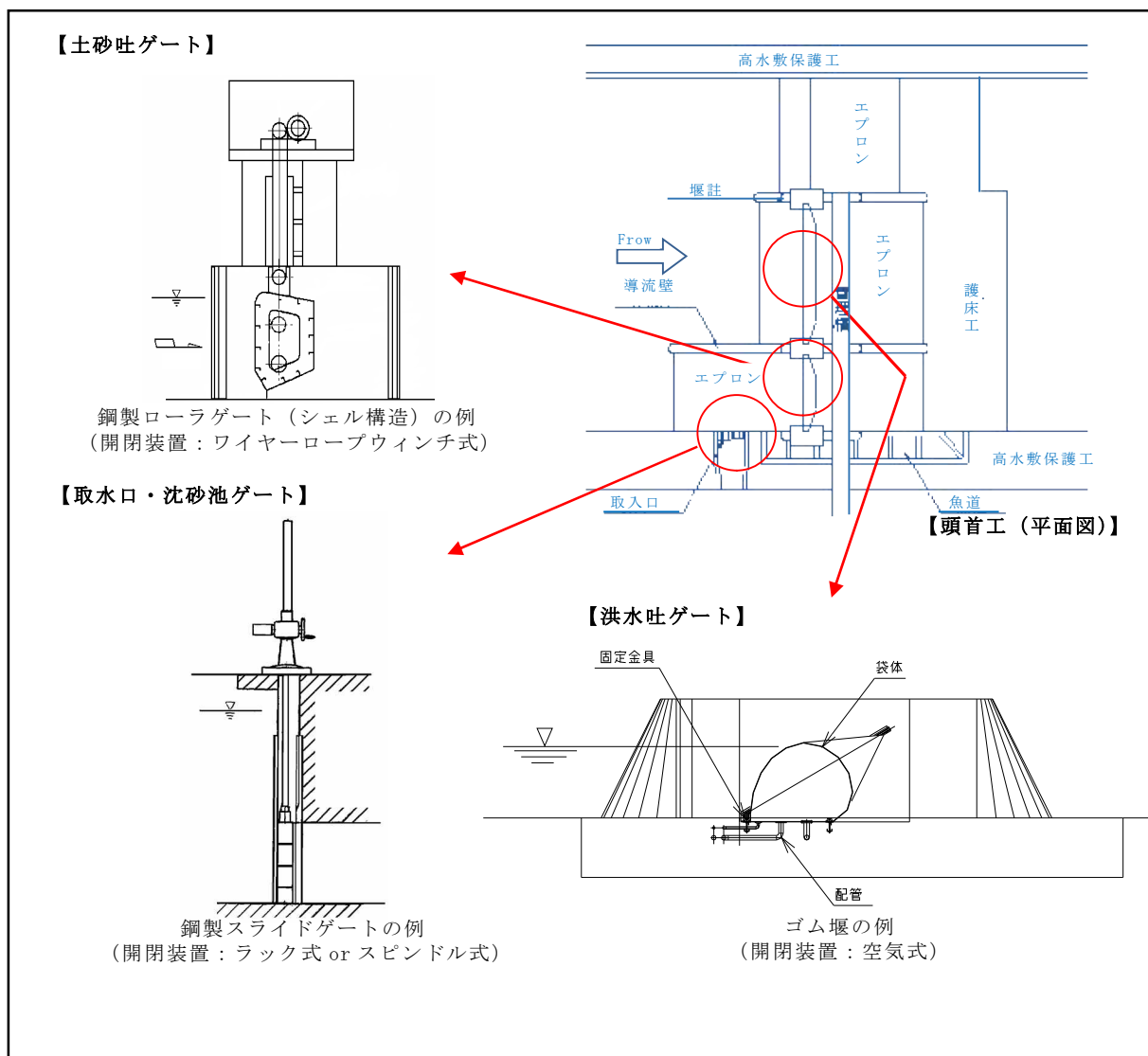
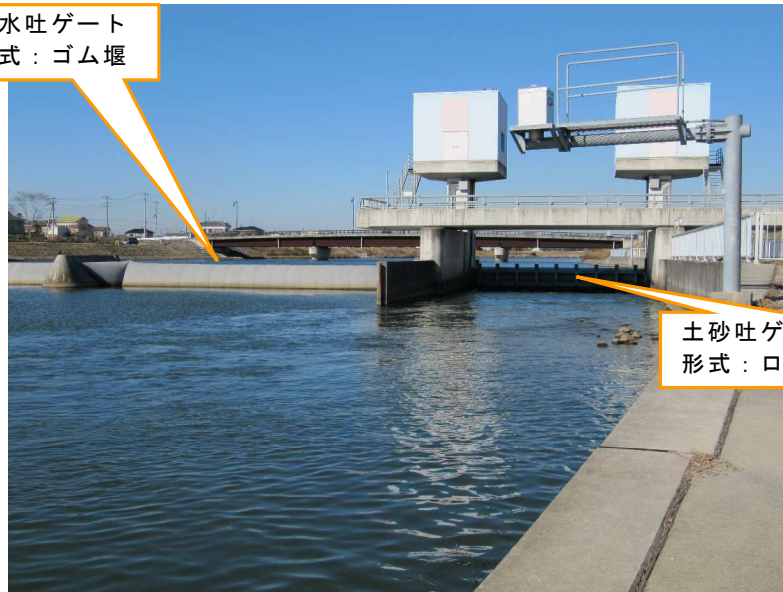


図-7.1.1 頭首工ゲート設備の構成例

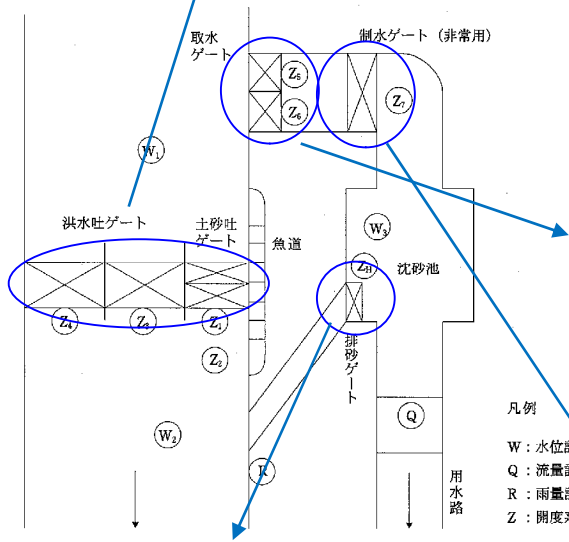
（出典：農業水利施設の機能保全の手引き「頭首工（ゴム堰）」）

洪水吐ゲート
形式：ゴム堰



土砂吐ゲート
形式：ローラゲート

写真-7.1.1 頭首工の土砂吐及び洪水吐ゲートの設置例



取水口ゲート
形式：スライドゲート

写真-7.1.2 頭首工の取水口ゲートの設置例



沈砂池排砂ゲート
(扉体は水面下)

写真-7.1.4 沈砂池の排砂ゲートの設置



沈砂池制水ゲート

写真-7.1.3 沈砂池の制水ゲートの設置例

ゴム堰の構成要素となる装置、機器・部材、部品については、表-7.1.3に示すように階層区分され、これを系統的に示すと図-7.1.2のように整理される。

表-7.1.3 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

（出典：農業水利施設の機能保全の手引き「頭首工（ゴム堰）」）

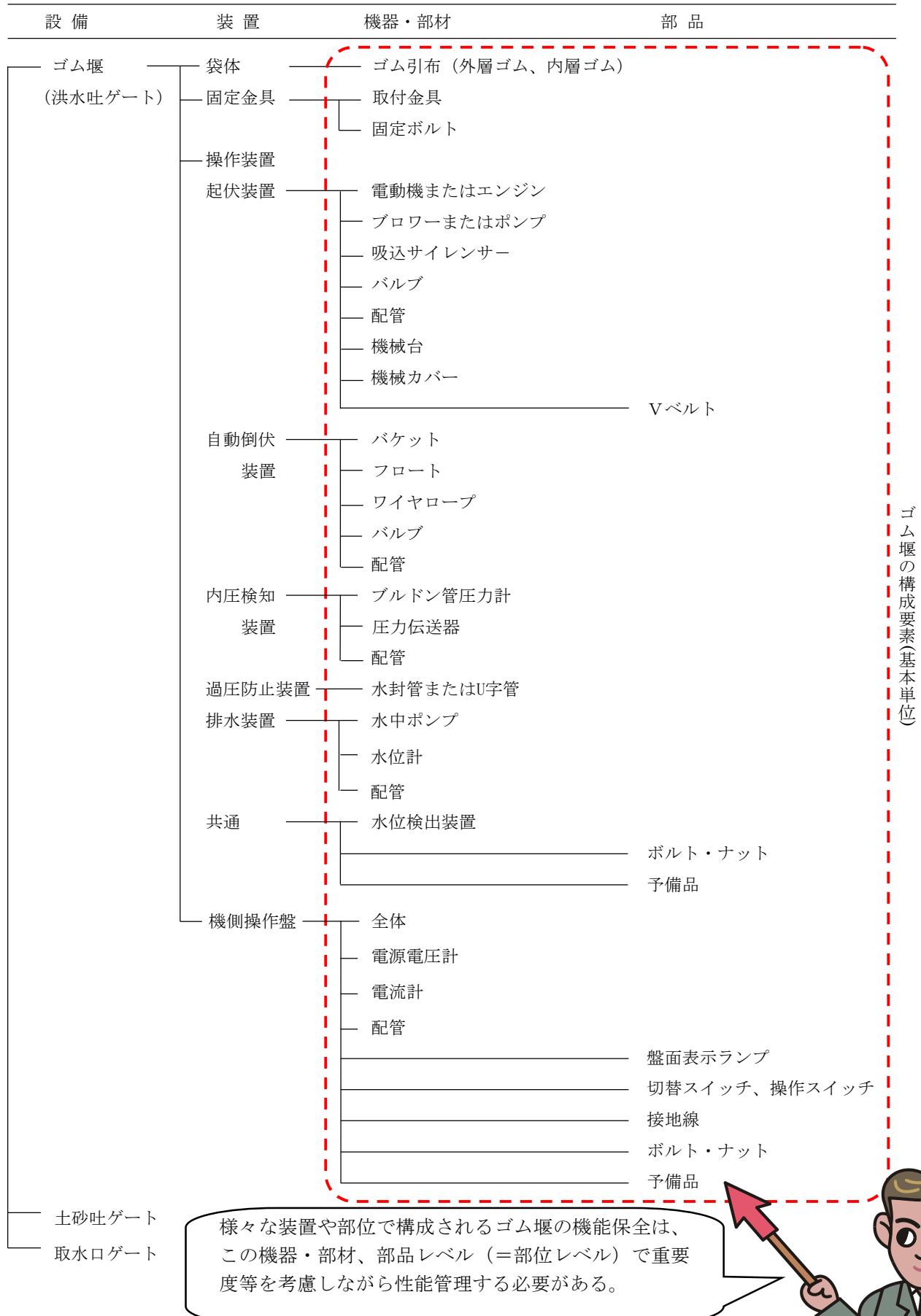


図-7.1.2 ゴム堰の構成要素系統図の例

(出典：農業水利施設の機能保全の手引き「頭首工(ゴム堰)」)

(2) ゴム堰の特徴

従来のゲートはほとんどが鋼製であったが、昭和39年にわが国最初のゴム堰が竣工して以来、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、鋼製ゲートに代わってゴム堰が採用されることも多くなり、頭首工のゲート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は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（3～5頁）より抜粋して表-7.1.4～表-7.1.8に示す。

表-7.1.4 ゴム堰の特性 【①水理】

項 目	特 性
1. 止水	袋体本体及び取付部を含めて止水性はよい。
2. 流水疎通	河道断面形に合わせて設置することが可能で、堰柱による河積阻害率も小さい。
3. 水位確保	維持水位に高い精度を要求されない場合は、止水性もよいため、その機能は十分である。
4. 貯留	止水性もよいため、貯留に適している。
5. 水位制御	空気式ゴム堰ではVノッチ及び袋体の越流振動が発生しない範囲で、また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。
6. 低水流量制御	同上の理由により、鋼製ゲートを有する堰に比べて任意の流量制御は難しい。
7. 高水流量制御	同上
8. 防波	柔構造であることから、衝撃的波力の作用が緩和される点で優れている。
9. 潮止め	止水性が良いこと、越流構造であることから潮止め機能は優れている。
総 合	一般に、可動堰を設置する場合に求められる機能は、一つだけではなく、複数となることが多い。ゴム堰は、全閉時及び全開時の機能については、鋼製ゲートを有する堰に比べて優れた面が多いが、精密な水位制御等はできない。これは、水位変化による袋体の変形、Vノッチ現象の発生等、ゴム堰の柔構造に起因するものである。この特性をふまえた装置を組み込むことによって制御機能を満足することも可能であるが、操作装置が複雑化するためゴム堰の特徴を損なうこともある。ゴム堰の採用に当たっては、これらの特性を十分把握し、対鋼製ゲート比較を含めて検討を行わなければならない。

表-7.1.5 ゴム堰の特性 【②操作】

項 目	特 性
1. 完全倒伏	倒伏操作は、膨張媒体排出弁を開けるのみであり、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させることができるが、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。
2. 完全起立	ブロワー、ポンプなどの起立機器の起動と弁操作のみであり、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. 堰高制御	膨張媒体の給排による堰高制御は可能である。空気式ゴム堰では、Vノッチ後の堰高の制御は困難である。
4. 起伏速度	給排設備を適切に設定することにより、起伏時間の設定は可能である。ただし、精緻な速度制御を行うためには、上下流水位を反映した操作が必要である。
5. 複数スパン操作	各スパンの独立操作は可能である。ただし、後発スパンの倒伏時に上下流水位差が小さくなるような場所では、完全倒伏が阻害されることもある。
総 合	全閉、全開操作を基本とする場合は、操作装置の単純化がなされ、操作の確実性が確保される。堰高あるいは起伏速度の制御も可能であるが、ゴム堰の特徴を損なうことがないように、十分な配慮が必要である。

表-7.1.6 ゴム堰の特性 【③維持・管理】

項 目	特 性
1. 袋体の点検	常時越流している堰や倒伏状態での水流が多い堰では、外部点検は困難である。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。
2. 操作装置の点検	装置の構造が単純であることから、点検はしやすい。ただし、給排気管等の埋設部分は点検が困難であることから、耐久性、不同沈下への追従性等について十分な検討を行わなければならない。
3. 堆砂処理	袋体内圧を高めに設定し膨張圧により土砂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。
4. 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。
総 合	ゴム堰は、取付金具、固定ボルトの材質等、取付部に必要とされる強度及び耐久性を考慮すれば、ゴム引布は防食対策を必要としないこと、装置が単純であることなどの面で優れている。堆砂処理については、人力、機械力による以外は確実な方法は難しい。また、水位が常時高い場所では、損傷を受けた場合の対策を考えておく必要がある。

表-7.1.7 ゴム堰の特性 【④安全性】

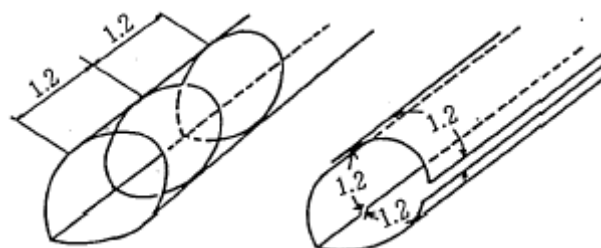
項 目	特 性
1. 袋体	流下物の多い場所では、袋体の損傷防止対策を講じる必要がある。
2. 固定装置	常時流水にさらされるため、流下物が多い場所では、損傷を受けないように配慮する必要がある。
3. 操作装置	構造が単純であること、可動部が少ないこと、倒伏装置や安全装置の多重化が容易であることから、信頼性は高い。
4. 河道及び堤防	河道断面形に合わせて設置できること、阻害率が小さいこと、倒伏の確実性が高いことから、河道及び堤防に対する安全性は高い。
総 合	ゴム堰は、その構造から倒伏が確実であり、洪水時の河道及び堤防に対する安全性は高いと考えられる。一方、袋体が柔構造であること、固定装置が流水にさらされることから、設置場所における河川状況によっては、十分な対策を講じて安全性を確保しなければならない。

表-7.1.8 ゴム堰の特性 【⑤耐久性】

項 目	特 性
1. 袋体の劣化	施工実績から判断する限り、設置後30年程度では、劣化による特段の支障は生じていない。
2. 袋体の摩耗・損傷	流砂、転石の多い場所では、摩耗・損傷防止対策が必要である。不完全倒伏状態では、床版との摩擦による局部的摩耗が発生する可能性がある。
3. 固定装置の摩耗・損傷	流砂、転石の多い場所では、摩耗・損傷防止対策が必要である。
4. 操作装置の摩耗・損傷	可動部が少ないので劣化、摩耗は少ない。給排気管等の埋設部については、必要に応じて不同沈下対策を講ずる必要がある。
総 合	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。

袋体の素材となるゴムシートの幅は1.2 m程度であるため、袋体は複数のシートを繋ぎ合せて最終的な寸法・形状に仕上げる。その場合、継手を水流方向に配置する方法（図-7.1.3(a)）と、水流と直角方向に配置する方法（図-7.1.3(b)）があり、その継手の方向により継手に作用する張力が異なる。

袋体の継手を水流と直角方向に配置する方法（図-7.1.3(b)）では、袋体に作用する最大張力が継手に作用するため機能診断時等に注意が必要である。



(a) 水流方向継手 (b) 水流直角方向継手

図-7.1.3 袋体の継手の方向

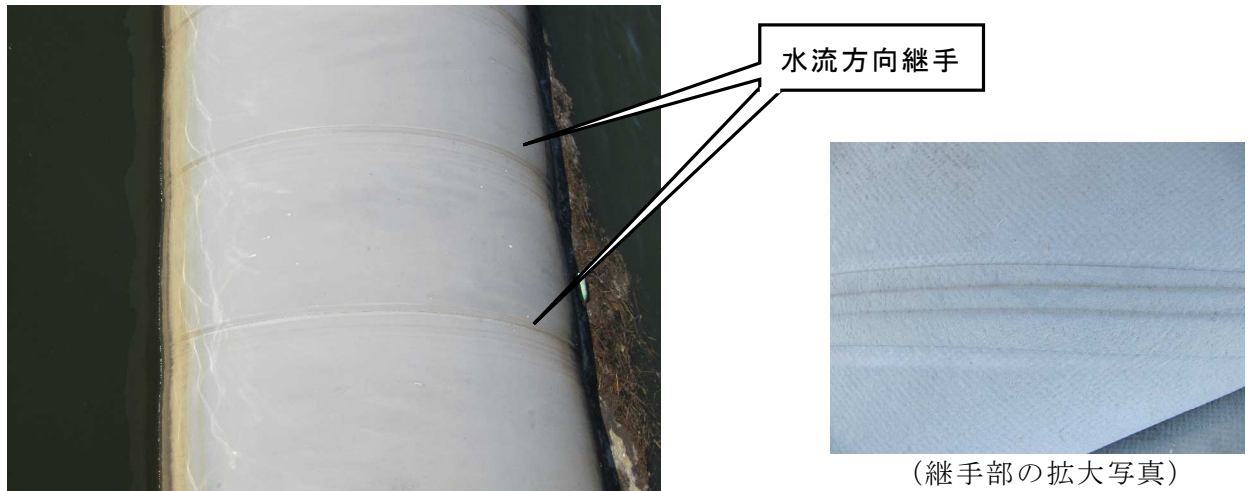


写真-7.1.5 水流方向継手の例

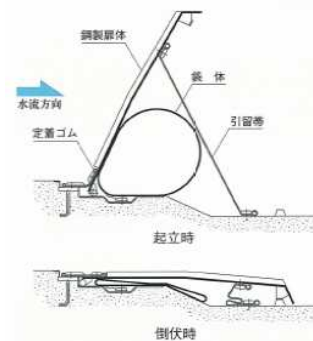
なお、ゴム堰と鋼製起伏ゲートの中間的な構造のS R（Steel&Rubber）堰が開発され、ゴム堰ではできなかった水位制御が可能なゲートとして採用されている例があるが、手引きではS R堰は対象としていないことから、本資料においても対象外とする。

【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、堰高が均一で安定できるため、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】

（出典：農業水利施設の機能保全の手引き「頭首工（ゴム堰）」）

【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」（11頁）より次に引用する。

土木構造	ゴム堰	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、排砂性能は引上げ式ゲートに比べ劣る。
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。

7.1.2 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。このため階層的な設備構成や構成要素を把握する必要がある。

【解説】

(1) ゴム堰の構成要素

本資料で対象とする頭首工に設置されるゴム堰は、袋体、固定金具、操作装置、機側操作盤等の各装置から構成され、操作装置は形式によって構成機器・部材が異なる。

膨張媒体が空気式の場合の構成例を図-7.1.4に示す。

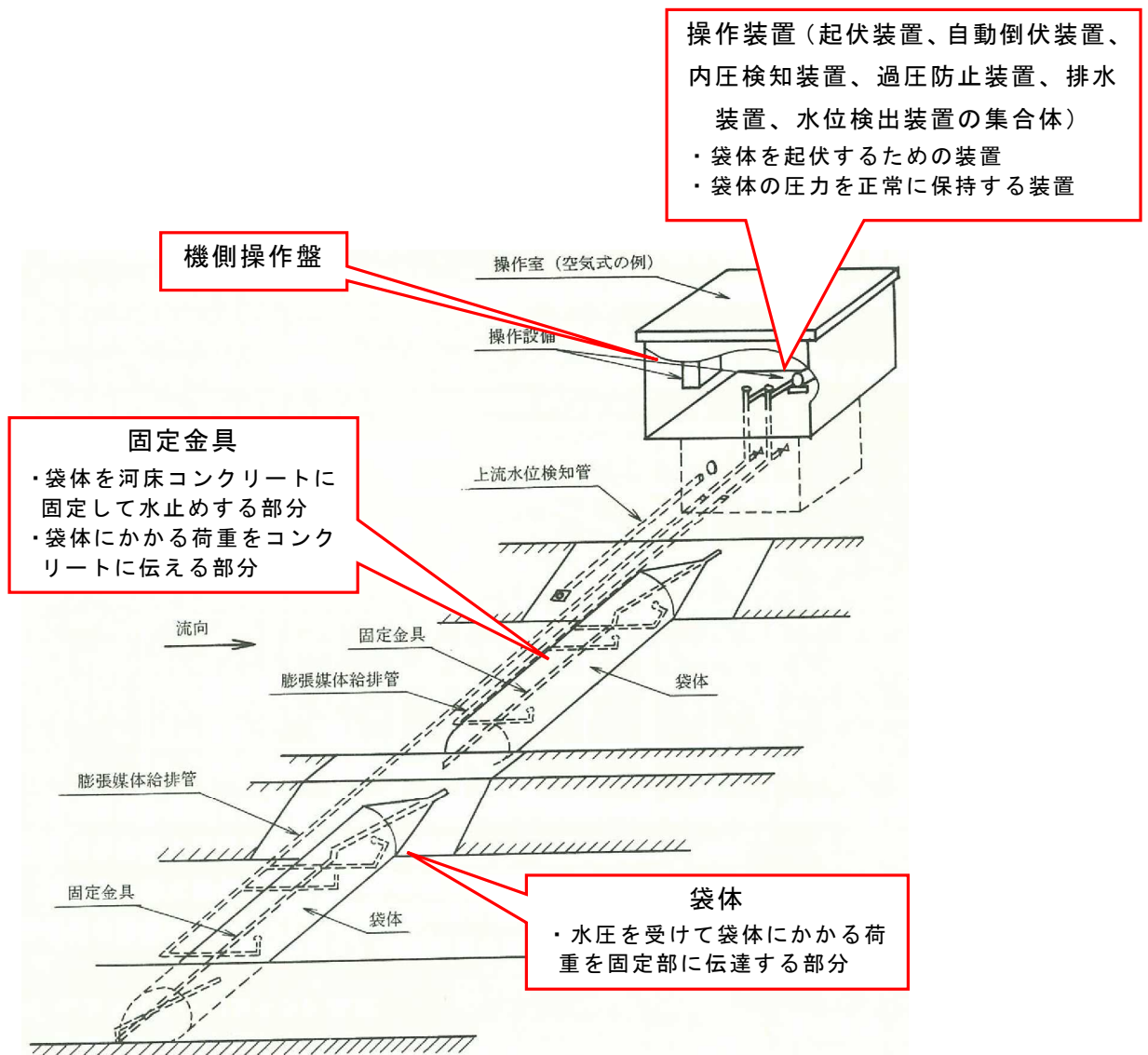


図-7.1.4 空気式ゴム堰の一般的な構成

（出典：ゴム引布製起伏堰施設技術指針）

(2) 袋体の構成要素

袋体には緩衝材、また固定金具が2列式の場合は気（水）密性を高めるためにシールシートが必要に応じて設置される場合がある。それらの用途と重要度を図-7.1.5に示す。

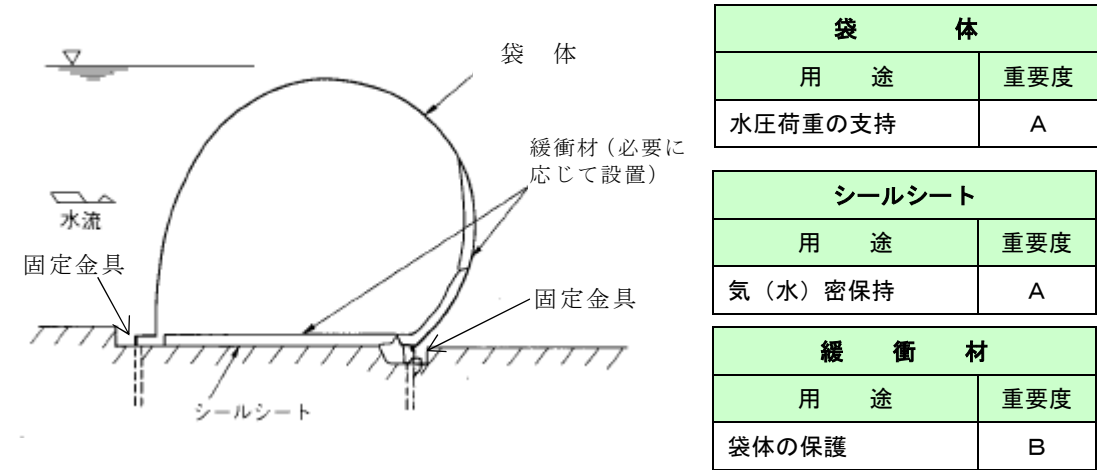


図-7.1.5 袋体の構成部位の用途と重要度

(3) 固定金具の構成要素

袋体を固定する金具の形状・構造にはメーカーにより種々のものがあり、その例と構成部位と重要度を図-7.1.6に示す。

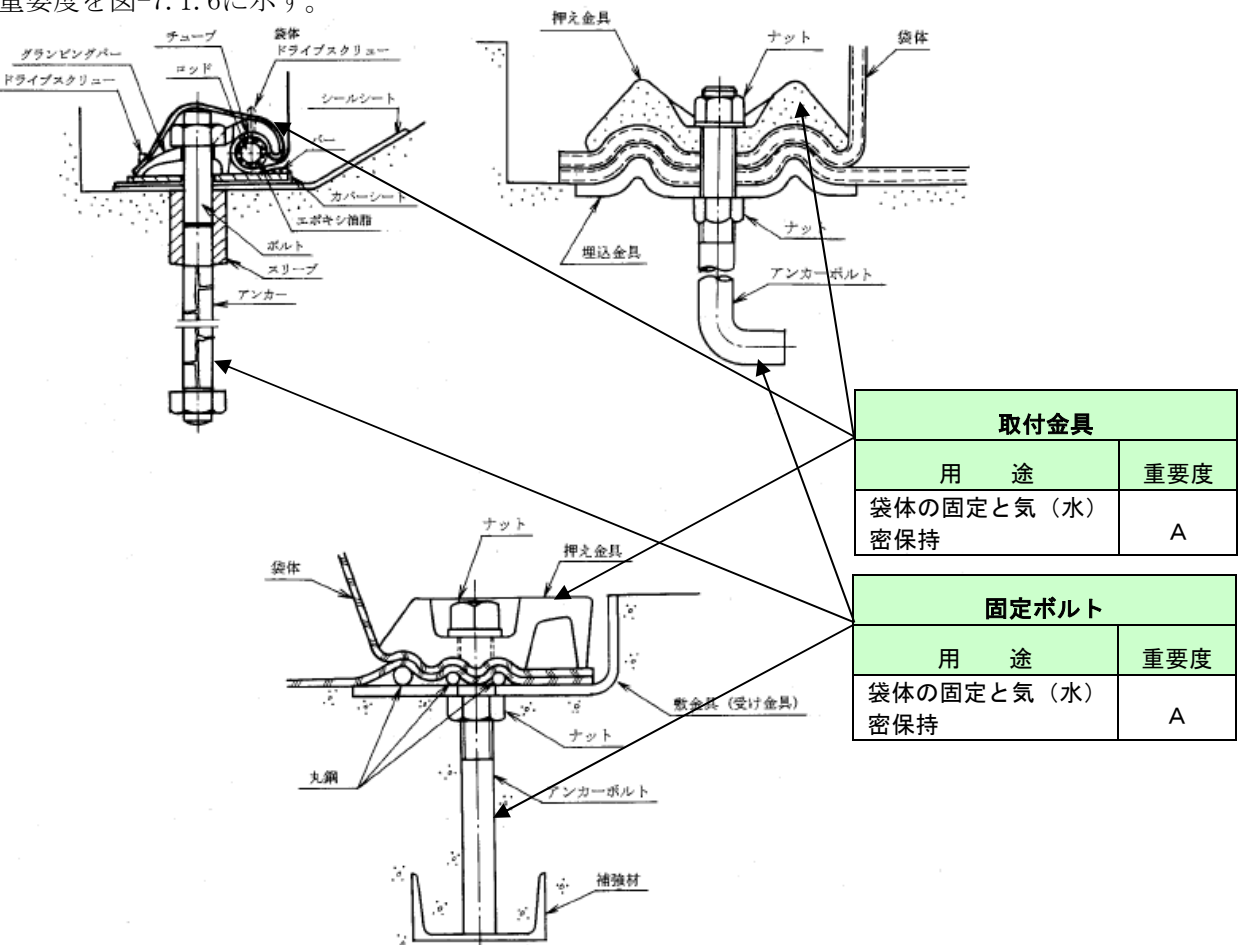


図-7.1.6 固定金具の構成部位と重要度

(出典：農業水利施設の機能保全の手引き「頭首工(ゴム堰)」)

(4) 操作装置の構成要素

空気式操作装置の構成部位毎の用途と重要度を図-7.1.7に示す。

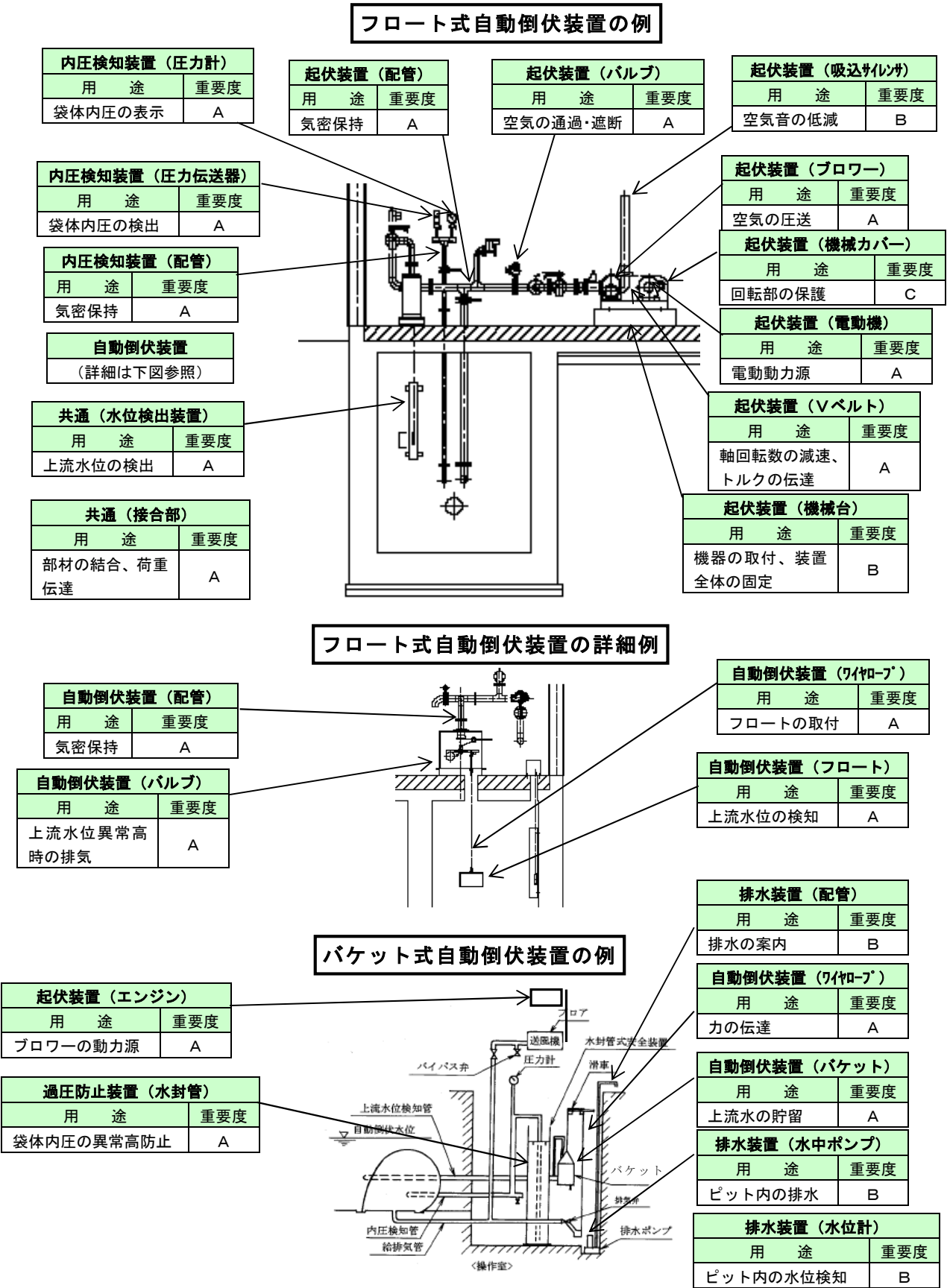


図-7.1.7 操作装置の構成部位の用途と重要度

(出典：農業水利施設の機能保全の手引き「頭首工(ゴム堰)」)

(5) 機側操作盤の構成要素

機側操作盤の構成部位毎の用途と重要度を図-7.1.8に示す。

盤面表示ランプ	
用 途	重要度
ゴム堰の状態表示等	A

電源電圧計	
用 途	重要度
電圧値の表示	A

電流計	
用 途	重要度
電流値の表示	A

切換スイッチ・操作スイッチ	
用 途	重要度
操作場所の切替、操作	A

3Eリレー	
用 途	重要度
電源不具合の検出	A

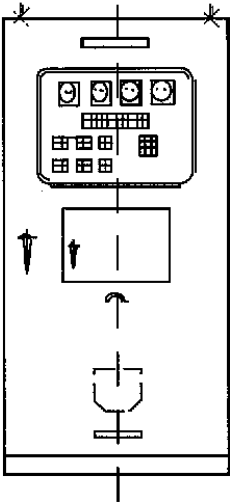
配線状態	
用 途	重要度
電源、信号の授受	A

サーマルリレー	
用 途	重要度
過電流の遮断	A

接地線	
用 途	重要度
漏洩電流の逃がし	A

予備品	
用 途	重要度
故障対策	C

電磁接触器及び補助リレー	
用 途	重要度
電動機の制御	A



接合部	
用 途	重要度
盤の固定	A



【機側操作盤の正面事例写真】

図-7.1.8 機側操作盤の構成部位の用途と重要度

(出典：農業水利施設の機能保全の手引き「頭首工(ゴム堰)」)

7.1.3 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】

(1) ゴム堰の機能と性能

農業水利施設である頭首工は、安定した取水量や取水位を確保することを目的に設置されるが、これを達成するためには各ゲート設備の設置目的に応じた機能の発揮が必要となる。このような本来の目的を達成するために必須となる機能を本来の機能という。また、本来の機能以外に経済性や環境性等の社会的要求に対して貢献する社会的機能がある。

表-7.1.9にゴム堰も含めた頭首工に設置される各ゲート設備の設置目的と具備する本来の機能を示す。

表-7.1.9 ゲート設備の設置目的と具備する本来の機能

施 設	区 分		一般的に使用されるゲート	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を実現するためには、その機能を発揮する能力である性能を確実に確保する必要がある。性能管理においては、施設利用者等がゲート設備に求める能力＝要求性能を十分に理解し、本来の機能のみではなく社会的機能も考慮した上で、適切に要求性能を設定、管理していく必要がある。

表-7.1.10に頭首工に設置されるゴム堰の機能と性能及び性能の指標の例を示す。

表-7.1.10 ゴム堰の機能・性能及び性能の指標の例

機能・性能		性能の内容	性能の指標の例
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）	
取水位確保機能 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	水密性、堰高維持性（ゴム堰は、農業用水等取水するために河川や水路の水位を堰上げするために設置される。そのため、特に堰高を維持することが求められる。）
	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	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） （設備の信頼性を直接確認することは困難であるため、信頼性の高いあるいは耐用年数の長い機器を使用しているか、製作や据付等の施工段階で綿密な施工管理が実施されたか等の事項から推測する。）
	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	【水理学的安定性】 流水に対する振動安定性（ゴム堰で振動が問題になるのは、倒伏時に流水により袋体が振動することにより、袋体が河床との摩擦により局部的に摩耗する現象である。）
			【力学安全性】 水圧等外力に対する耐荷性、耐震性（変形・損傷・劣化、応力照査等）
	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性能	【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）（ゴム堰では問題になることは少ない。）
			【耐腐食性】 部材の防錆・防食性能（塗膜厚、部材の腐食代、材質）（ゴム堰では、固定金具、配管、バルブが主に該当する。）
			【耐摩耗性】 部材の耐摩耗性（袋体の摩耗代、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	地震等の災害や経年劣化による機器・部材等の損傷・故障時において、容易に修復できる性能	修復容易性、損傷・故障時対応性（部品調達、予備品等）（ゴム堰では、袋体をパッチ修理が可能なこと、ブロワーを2系統設置する場合は1台が故障しても操作可能であること等から、修復性は良いといえる。）
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	建設費・維持管理費等
	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	騒音・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（ゴム堰では、操作している時間が短く、河川内に設置されることから環境への影響は少ない。）
	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	【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（ゴミの流入防止、メンテナンスフリー、操作容易性等）

※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。

（出典：農業水利施設の機能保全の手引き「頭首工（ゴム堰）」）

■ 参考 ■ 頭首工に設置されるゴム堰の機能と性能の考え方

■ 機能の考え方

頭首工に設置されるゲート設備（ゴム堰を含む）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水利機能（水量の確保・調節、排砂など水利に関する役割）、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、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働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されているため、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されている。

頭首工にゴム堰を設置する場合は、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。

■ 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出来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の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。（図-7.1.9）

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、本資料ではゴム堰の制御設備は対象外としているが、機能診断調査において制御設備を含む設備全体として十分な性能を発揮しているか確認することが必要である。

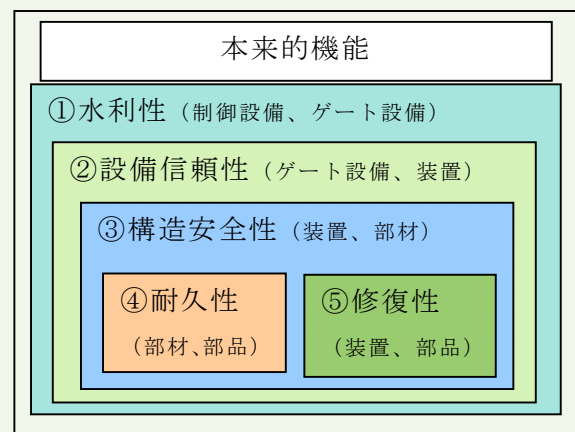


図-7.1.9 ゲート設備の本来の機能における個々の性能の関係

(2) ゴム堰の劣化要因と現象

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。

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及び主な発生部位又は発生時期を表-7.1.11に示す。

表-7.1.11 ゴム堰の劣化要因と劣化現象及び主な発生部位又は発生時期

劣化要因	劣化現象	主な発生部位	発生時期
機械的	①回転部、摺動部、接触部の摩耗	袋体、ブロワー、軸受等	摩耗故障期
	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）	ゴム堰は可動部が少ないのでこの要因の影響は比較的少ない。	全期間
	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）	袋体、Vベルト等	摩耗故障期
化学・電氣的	①水との接触による腐食	固定金具、配管等	全期間
	②異種金属間の接触による腐食	固定金具、配管等	全期間
環境的	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	袋体等	全期間
	②水質（塩分濃度等）や飛来塩分に起因する腐食の促進	固定金具、配管等	全期間
	③日光（紫外線）、酸素（オゾン）による袋体・塗膜劣化	袋体等	全期間
	④塵埃、湿気等による電気系統の絶縁劣化	操作盤、電動機等	摩耗故障期
	⑤流砂等による摩耗（袋体、塗膜）	袋体、固定金具等	摩耗故障期
	⑥流下物等による塗膜損傷、袋体の損傷	袋体、固定金具等	全期間
その他	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	操作盤、電線等	全期間
	②ごみ等によるサイレンサ、ストレーナの詰まり	サイレンサ、ストレーナ等	全期間

(3) ゴム堰で多く見られる性能低下事例

ゴム堰の性能低下は装置・部位により異なる。装置・部位毎に多く見受けられる性能低下の事例を写真-7.1.6～写真-7.1.20に示す。

①袋体



写真-7.1.6 袋体外面の全体的な劣化の例



写真-7.1.7 袋体外面の劣化の例



写真-7.1.8 袋体の損傷の例



写真-7.1.9 袋体のクラックの例



写真-7.1.10 袋体の凸状膨れの例



写真-7.1.11 袋体継目の劣化の例

②固定金具



写真-7.1.12 取付金具の腐食の例



写真-7.1.13 取付金具 (SS400 の場合) の腐食の例

③操作装置



写真-7.1.14 操作装置全体の腐食の例



写真-7.1.15 電動機の発熱の例



写真-7.1.16 エンジン、ブロワーの振動対象装置の例



写真-7.1.17 ストレーナの目詰まりの例