

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)

[ゲート設備編]

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)
(ゲート設備編)

目 次

6. ゲート設備	ゲー	1
6.1 基本事項	ゲー	1
6.1.1 頭首工のゲート設備	ゲー	1
6.1.2 ゲート設備の構成要素	ゲー	5
6.1.3 ゲート設備の機能と性能	ゲー	18
6.2 機能診断調査	ゲー	28
6.2.1 基本的事項	ゲー	28
6.2.2 事前調査（既存資料の収集整理等）	ゲー	31
6.2.3 現地踏査（巡回目視）	ゲー	38
6.2.4 現地調査（近接目視と計測）	ゲー	44
6.3. 機能診断評価	ゲー	67
6.3.1 機能診断評価の視点	ゲー	67
6.3.2 設備・装置・部位の健全度評価	ゲー	69

【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。

6. ゲート設備

6.1 基本事項

6.1.1 頭首工のゲート設備

頭首工で用いられるゲート設備の一般的な形式を表-6.1.1に、使用目的によるゲート形式の適用性を表-6.1.2に、その構成例を図-6.1.1、設置例を写真-6.1.1～写真-6.1.4に示す。

また、設備の構成要素となる装置、機器・部材、部品については、表-6.1.3に示すように階層区分され、これを系統的に示すと図-6.1.2のように整理される。

表-6.1.1 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
- 洪水吐ゲート - 土砂吐ゲート - 取水口ゲート - 沈砂池ゲート	- ローラゲート - スライドゲート - 起伏ゲート - シェル構造ローラゲート	- 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

表-6.1.2 頭首工ゲートの形式と適用

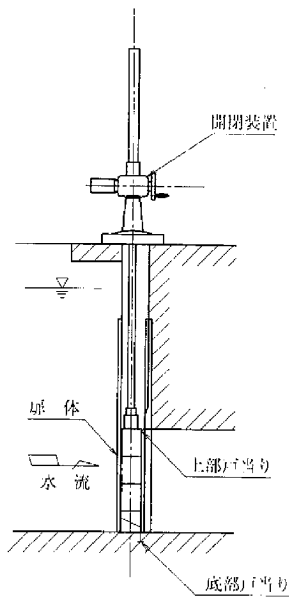
型 式・種 類			使 用 目 的						
			洪水吐用	土砂吐用	取放水用	沈排砂池用	魚道用	舟通し用	修理用
上 下 開 閉 式	ローラ型式	ローラゲート(ガーダ)	○	○	○	○	△	○	
		長径間ローラゲート(シェル)	○	○					
		多段式ローラゲート	○	○					
	スライド型式	スライドゲート	○	○	○	○			
		ジェットフローゲート			○				
		角落し					○		○
ヒ ン ジ 型 式		ラジアルゲート			△				
		起伏ゲート	△		○		○		
バ ル ブ 型 式		ゲートバルブ							
		バタフライバルブ			○				
		ホロージェットバルブ							
そ の 他 の 型 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

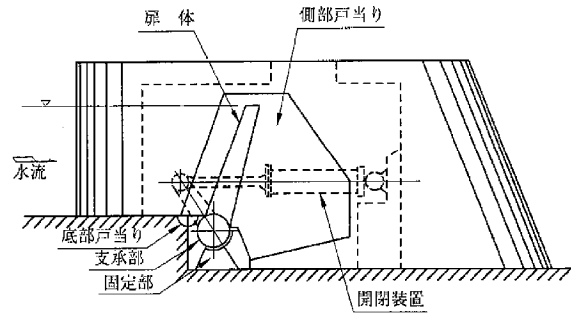
△：場合によっては使用することが適当な形式

出典：土地改良事業計画設計基準 設計「頭首工」

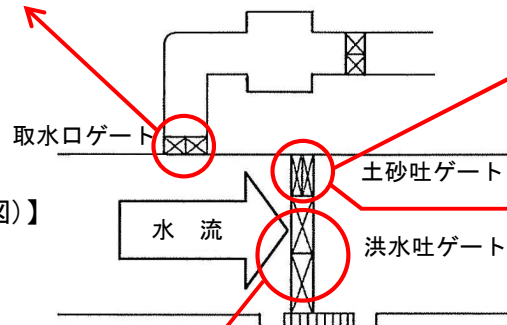
【取水口ゲート】



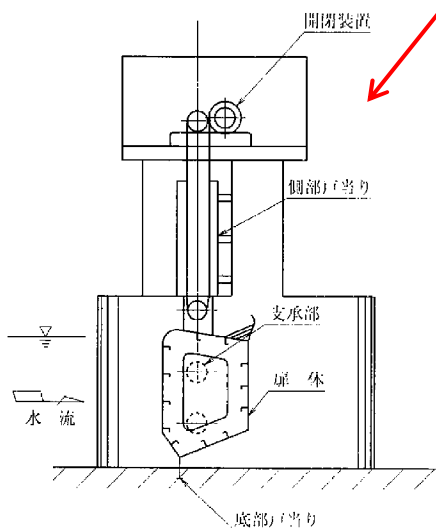
【土砂吐ゲート(起伏ゲートの例)】



【頭首工(平面図)】



【洪水吐ゲート】



【土砂吐ゲート(起伏ゲート付2段ローラゲートの例)】

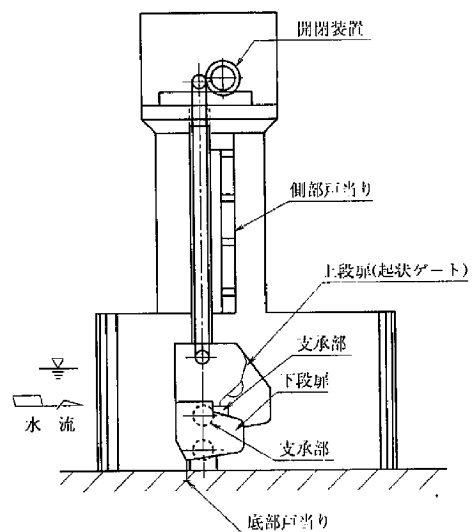


図-6.1.1 頭首工ゲート設備の構成例

出典：農業水利施設の機能保全の手引き「頭首工(ゲート設備)」



写真-6.1.1 頭首工の土砂吐及び洪水吐ゲートの設置例

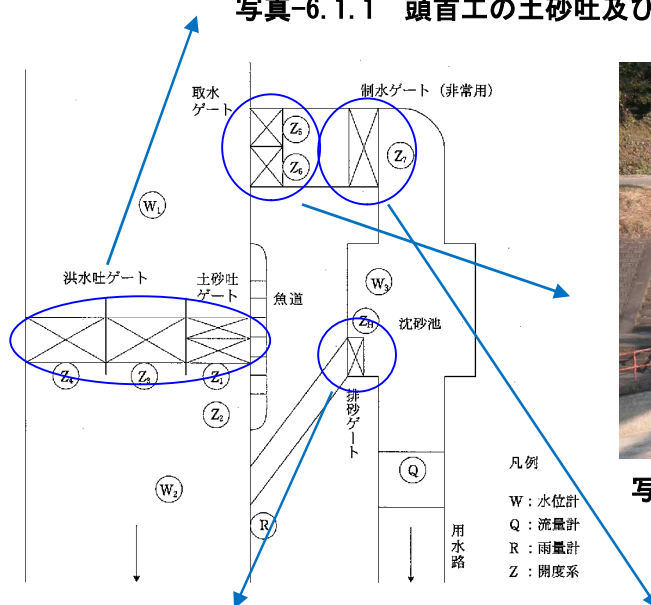


写真-6.1.2 頭首工の取水口ゲートの設置例



写真-6.1.4 沈砂池の排砂ゲートの設置例



写真-6.1.3 沈砂池の制水ゲートの設置例

表-6.1.3 頭首工ゲート設備の階層による区分

階層区分		ゲート設備	
		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、土砂吐ゲート、取水口ゲート等	修理、更新
装置		扉体、戸当り、開閉装置、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、スキンプレート、ローラ、主桁等	修理、交換
	部品	ボルト、ナット、パッキン、ブッシュ、水密ゴム等	交換

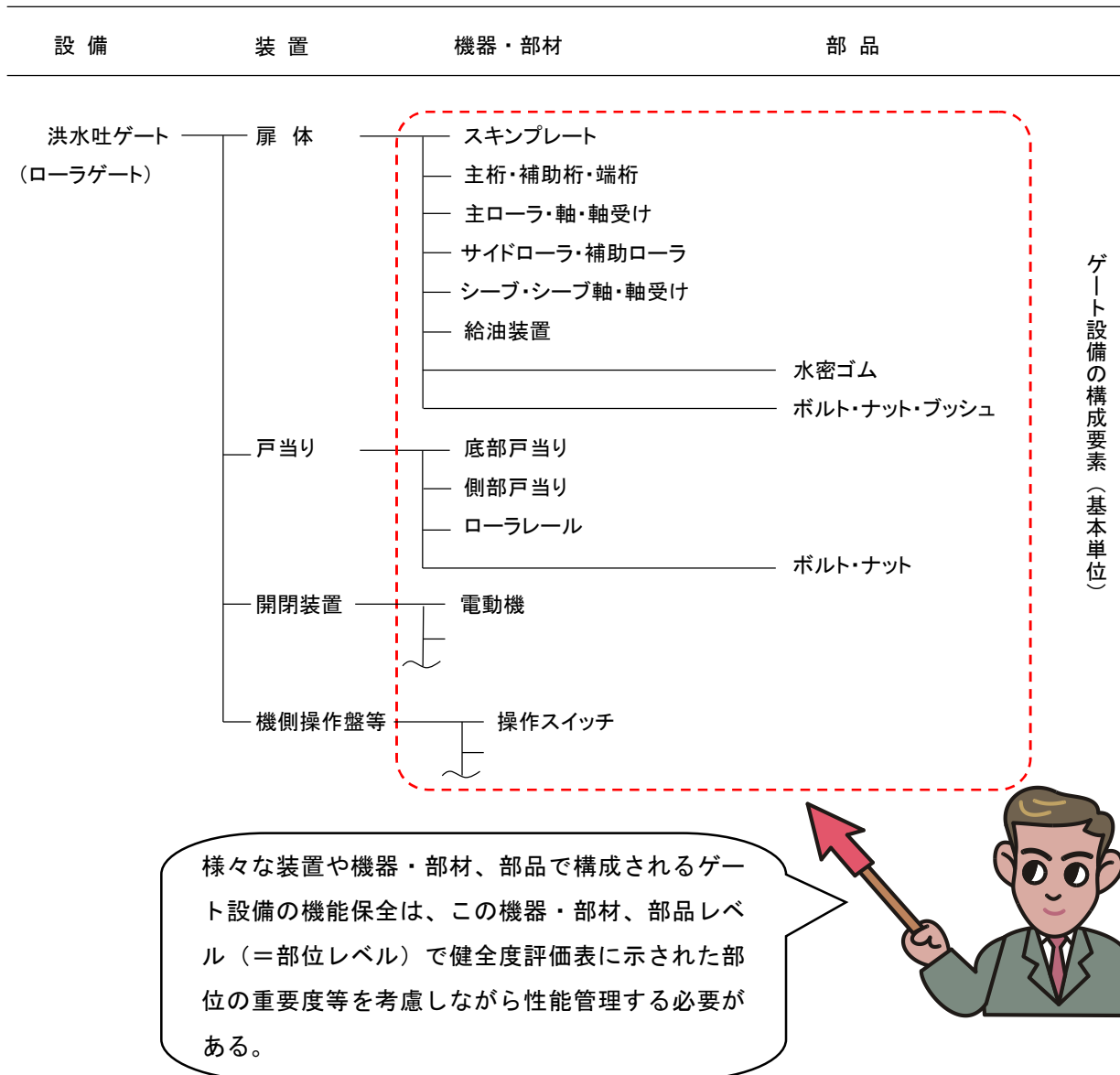


図-6.1.2 ゲート設備の構成要素系統図の例

出典：農業水利施設の機能保全の手引き「頭首工(ゲート設備)」

6.1.2 ゲート設備の構成要素

ゲート設備は、扉体・戸当り・開閉装置・機側操作盤等の装置及びこれらを構成する部位（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】

本資料で対象とする頭首工に設置される鋼製ゲート設備は、扉体、戸当り、開閉装置、機側操作盤等の各装置から構成され、扉体と開閉装置は形式によって構成機器・部材が異なる。

ローラゲートの場合の構成例を図-6.1.3に示す。

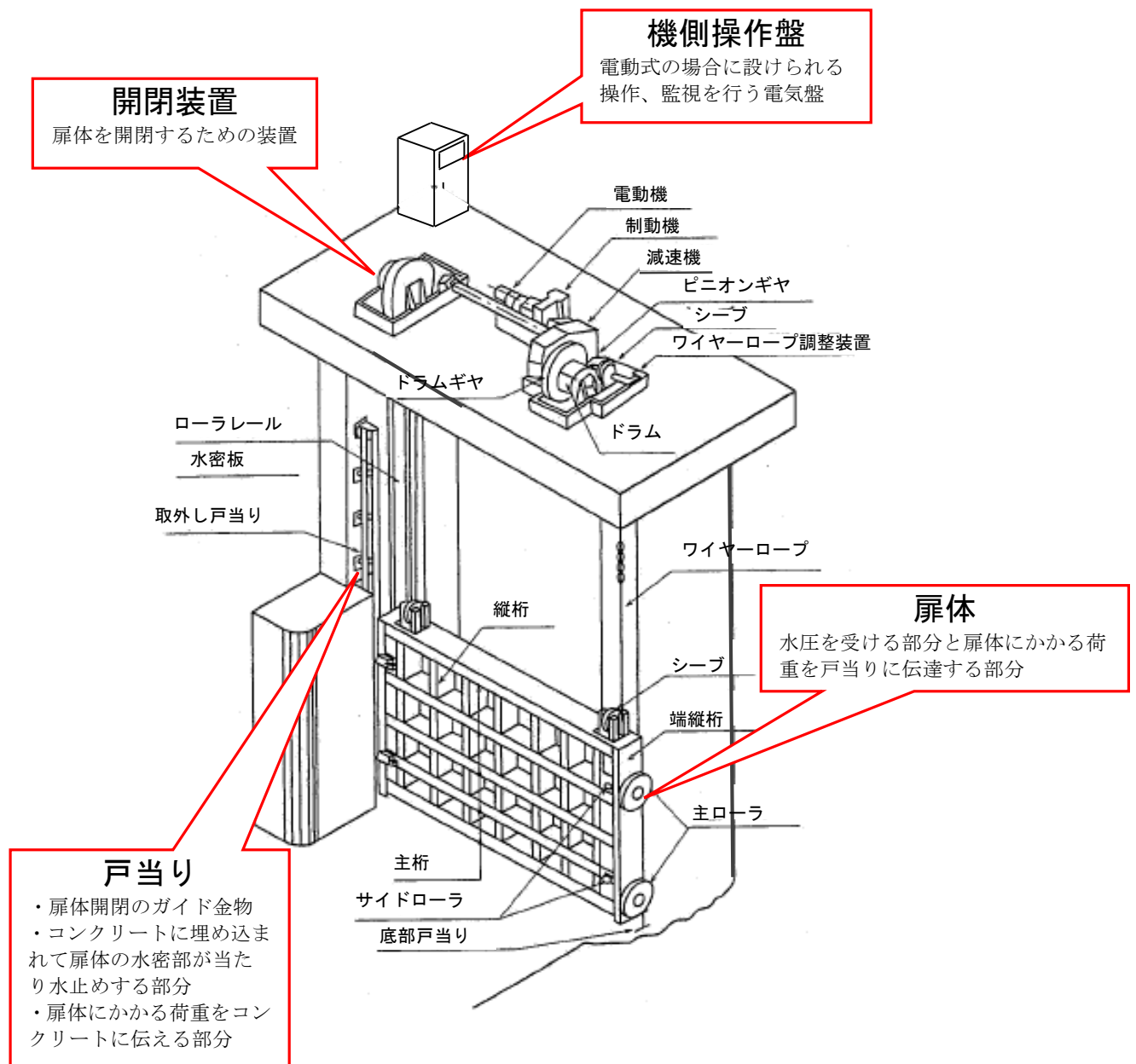


図-6.1.3 ゲート設備の一般的な構成

出典：農業水利施設の機能保全の手引き「頭首工（ゲート設備）」

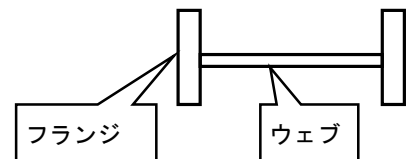
【参考：扉体の形式と構成要素】

一般的に使用されている扉体形式の特徴を表-6. 1. 4に、構成部位の用途と重要度を図-6. 1. 4～図-6. 1. 7に示す。

表-6. 1. 4 扉体形式と特徴

扉体形式	特 徴
ローラゲート	扉体に取り付けたローラ（車輪）により全水圧を支持し開閉を行うゲートで、ローラが取り付けられているのでローラゲートという。ローラゲートにも複数の種類があるが、単にローラゲートというと一般的に扉体がガーダ構造のものを指す。 スライドゲートに比べて開閉荷重が小さい特徴がある。 適用範囲が広く、色々な用途、場所で設置される。
シェル構造ローラゲート	ローラゲートの一種で、扉体断面を殻構造（シェル構造、薄板密閉構造）とした形式をいう。扉高に対して径間の大きなゲートに採用され、頭首工の洪水吐ゲートに使用されることが多い。
スライドゲート	扉体両側部に取り付けた支圧板（摺動板）により水圧を支持し開閉を行うゲートで、荷重支持部が滑り（スライド）運動となるためスライドゲートという。 構造は単純であるが、水圧荷重を受けながら開閉操作を行う場合は抵抗力が大きいため、一般的に小形で低水圧のゲートに採用される。
起伏ゲート	扉体の底部をコンクリート床版にヒンジ結合し、扉体を揺動させて開閉するゲートをいう。 越流で水位を調節するため、ローラゲートのように水圧を受けている下端から放流するゲートに比べて水位調節が容易である。堰柱を低くできる景観的な利点もあり、頭首工の洪水吐ゲートとして使用されることが多い。
起伏ゲート付 2 段ローラゲート	ローラゲートあるいはシェル構造ローラゲートの上に起伏ゲートを取付けたゲートをいう。 調節は上段扉の越流によって行うため、単段ゲートで下端放流を行う場合に比べて、調節性能に優れている。 上流水位調節用に頭首工の土砂吐ゲートとして使用されることが多い。

※ガーダ構造とは：扉体に作用する水圧荷重等をフランジとウェブで構成した桁（ガーダ）で支持する構造形式をいう。
他の代表的な構造形式がシェル構造である。



※下端放流とは：ゲートの下端から流水が流れ出る形態の放流をいい、ローラゲート等の引上ゲートの場合が該当する。これに対して、起伏ゲートや起伏ゲート付 2 段ローラゲートのように越流で放流する場合を上端放流という。

【その他のゲート】

本資料では取り扱わないが、ゲートの形式には、以下の形式もある。

○ラジアルゲート

ラジアルゲートは用水路で上流又は下流水位を無動力で一定に制御する時に使用される。この他、防潮ゲートのように海岸より波浪による変動圧力を受けるような場合に使用されることがある。（ローラゲートでは、ローラと戸当りの隙間で扉体が揺動し、異音が発生することがある。）

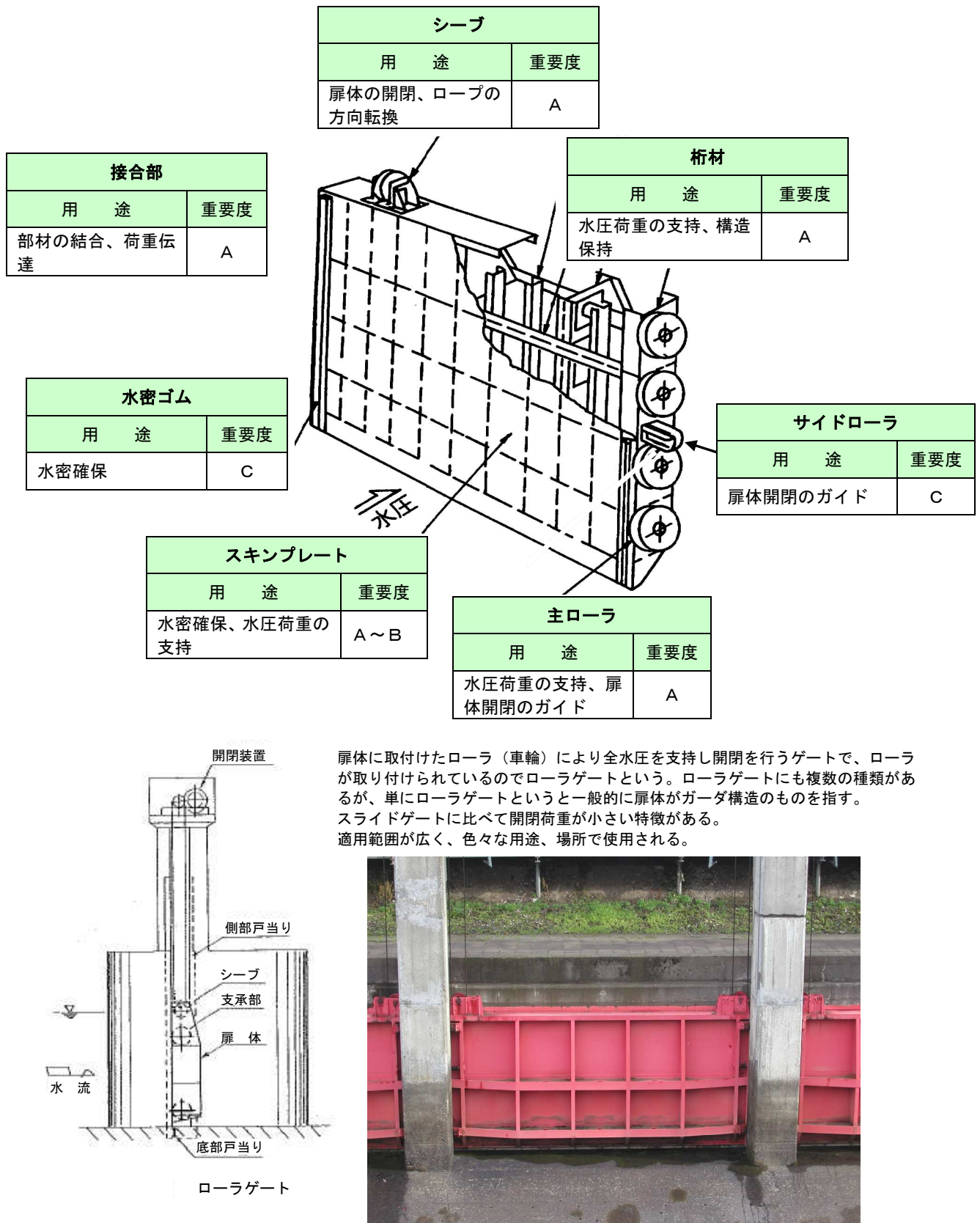
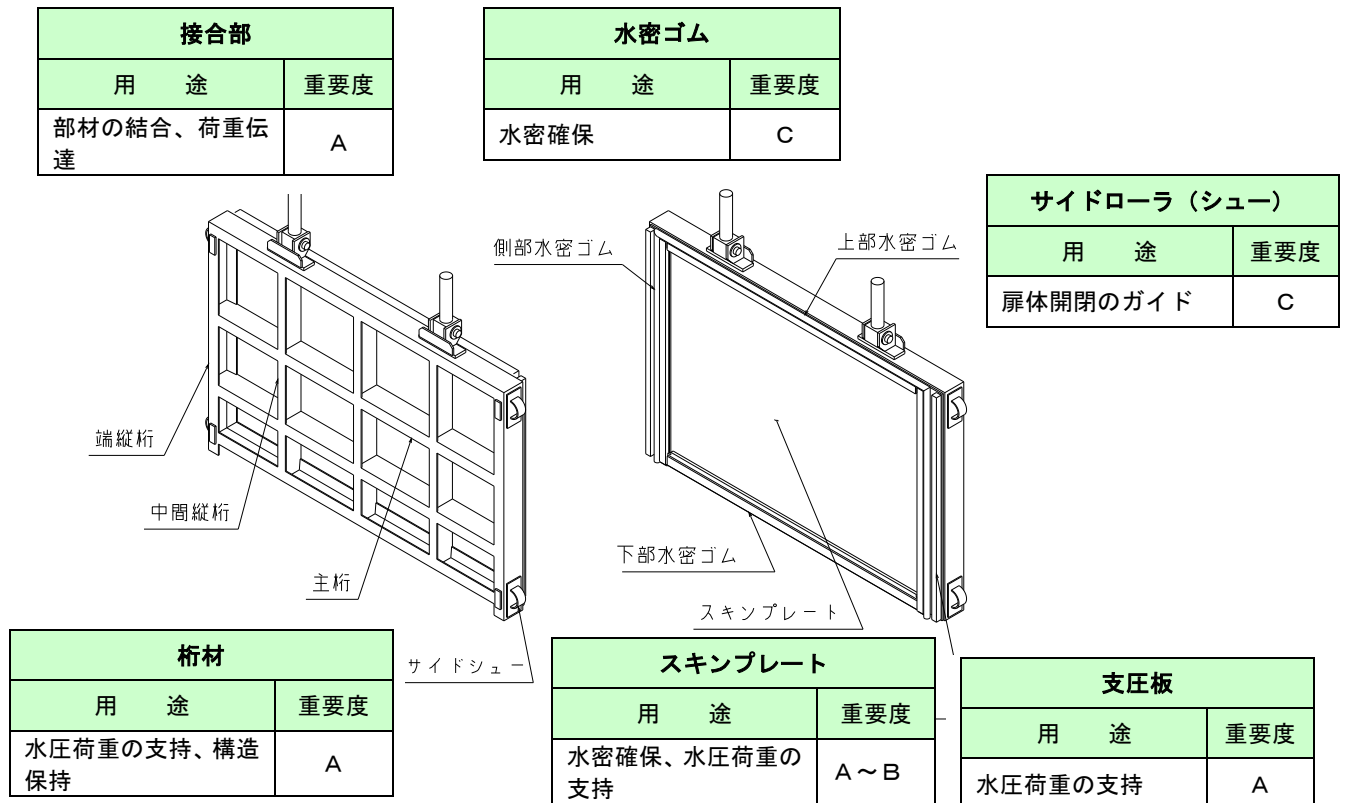


図-6.1.4 ローラゲート用扉体の構成部位の用途と重要度

出典：農業水利施設の機能保全の手引き「頭首工（ゲート設備）」



扉体両側部に取り付けた支圧板（摺動板）により水圧を支持し開閉を行うゲートで、荷重支持部が滑り（スライド）運動となるためスライドゲートという。構造は単純であるが、水圧荷重を受けながら開閉操作を行う場合は抵抗力が大きいため、一般的に小形で低水圧のゲートに採用される。

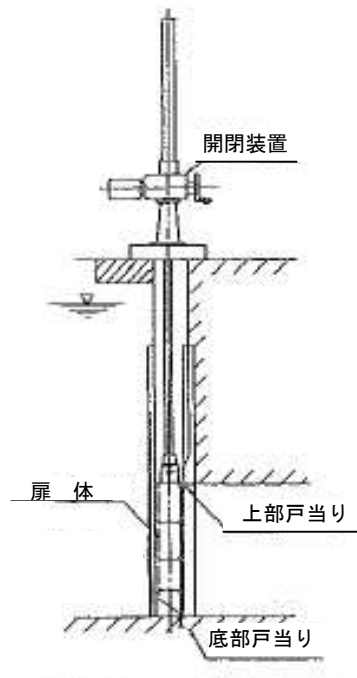
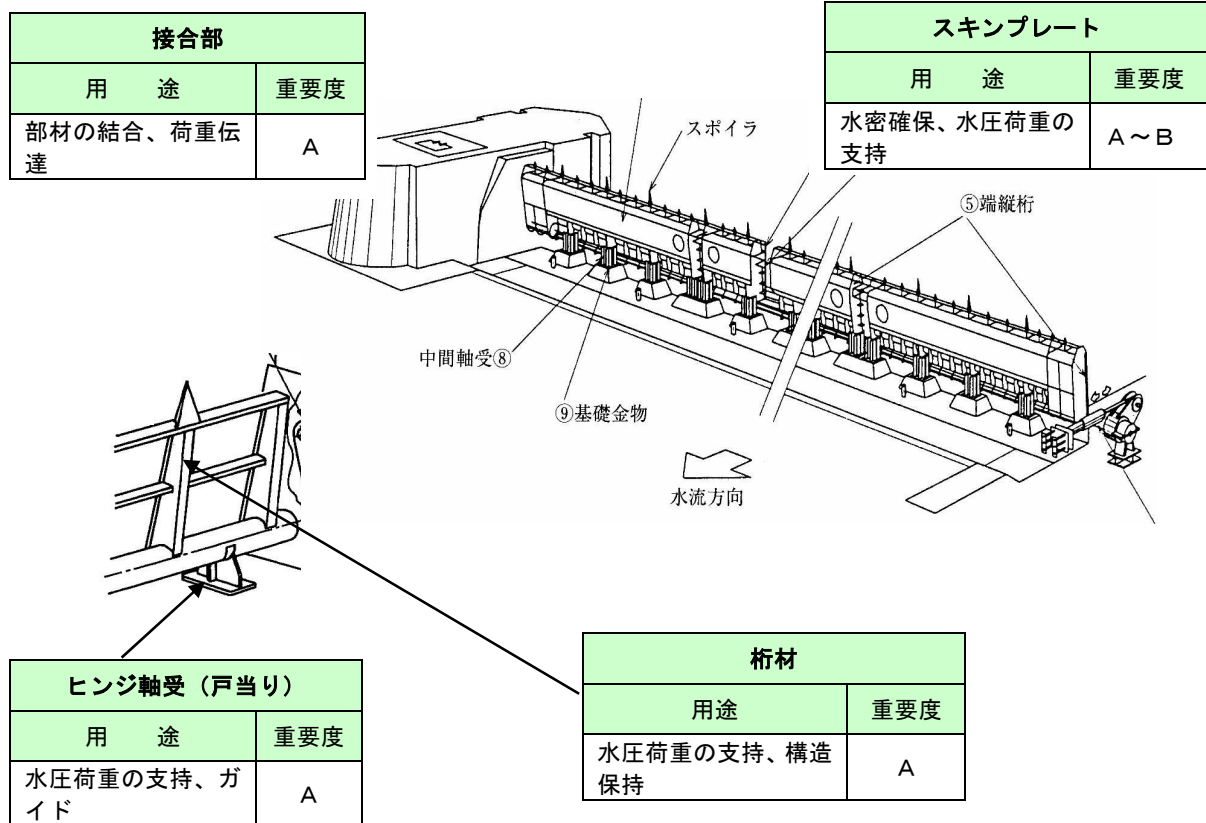


図-6.1.5 スライドゲート用扉体の構成部位の用途と重要度

出典：農業水利施設の機能保全の手引き「頭首工（ゲート設備）」

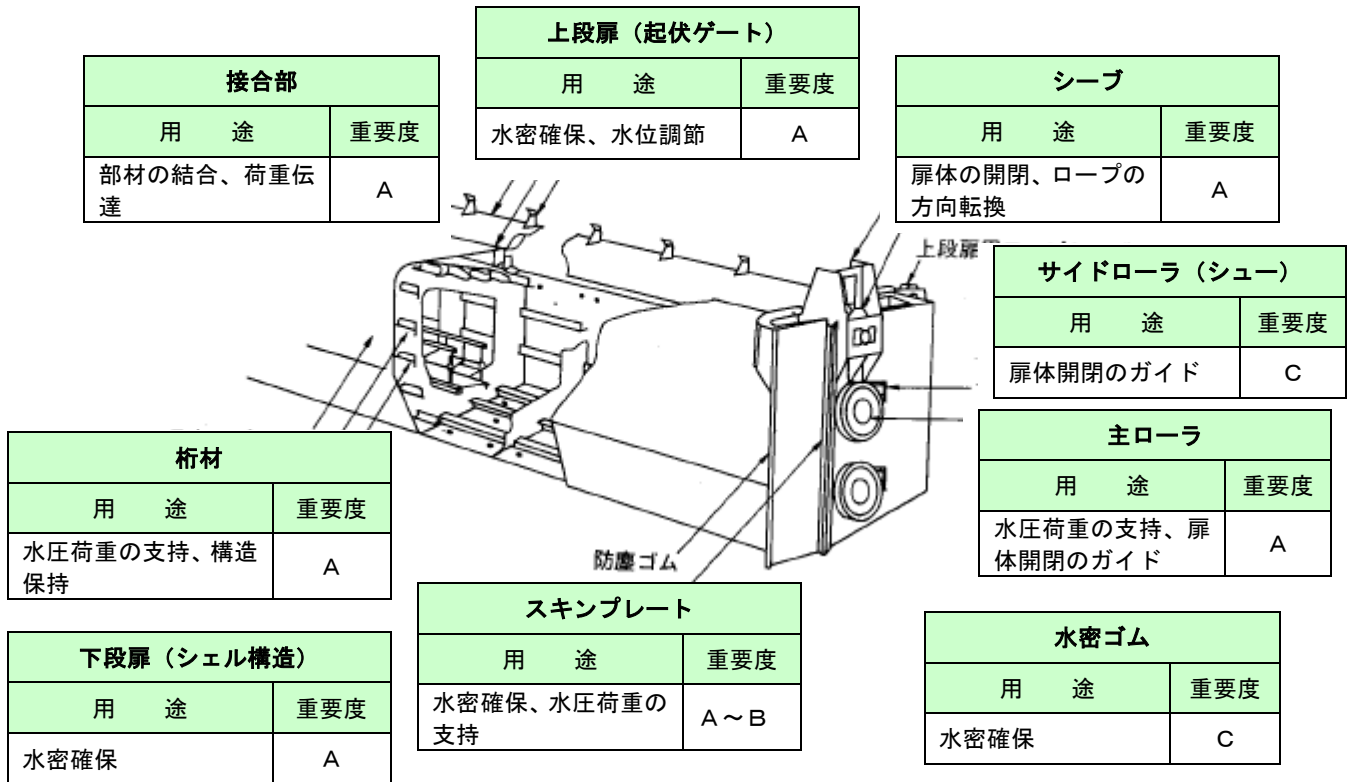


扉体の底部をコンクリート床版にヒンジ結合し、扉体を揺動させて開閉するゲートをいう。越流で水位を調節するため、ローラゲートのように下端放流するゲートに比べて水位調節が容易である。堰柱を低くできる景観的な利点もあり、頭首工の土砂吐ゲートとして使用されることが多い。



図-6.1.6 起伏ゲート用扉体（戸当り）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（ゲート設備）」



（シェル構造ローラゲートは起伏ゲートがない）
1 段式のシェル構造ローラゲートは、2 段式ローラゲートの上段扉を取り除いた構造であり、下段扉とほぼ同様である。

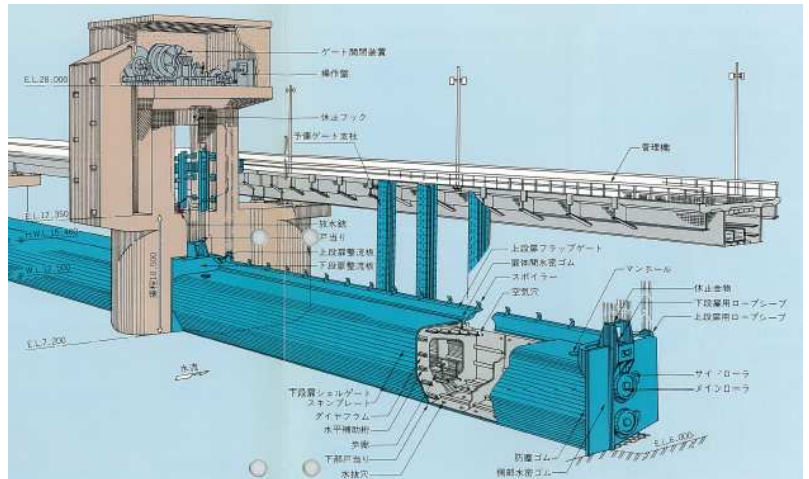
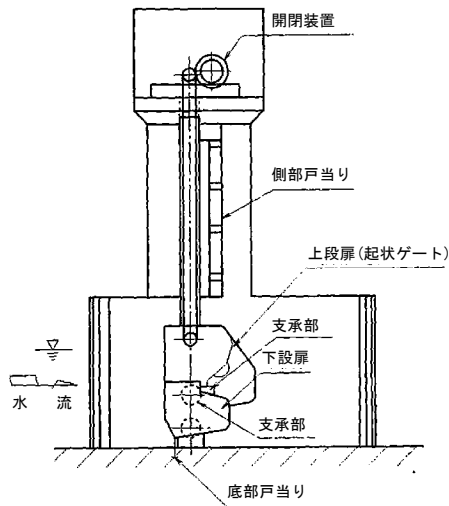


図-6. 1. 7 起伏ゲート付 2 段ローラゲート用扉体の構成部位の用途と重要度

【参考：鋼材の種類】

ゲートに使われる主な鋼材について解説

水門扉に使用する材料は、設備の目的と設置環境に応じてそれぞれの材料の特性を考慮して選定されるが、主要な部位に対して一般的に使用される材料が技術指針（水門扉編）で規定されている。

この内、桁材やスキンプレート等の構造材としては、一般構造用圧延鋼材（SS400等）と溶接構造用圧延鋼材（SM400等）が使用されることが多い。これらの材料は、腐食を防止するために一般的には塗装を施す必要があり、塗替塗装等の維持管理が必要で、ステンレス鋼と区別するために普通鋼材と呼ぶことが多い。

他方、海水の影響がある地域に設置されるゲートや小形ゲートでは耐食性に優れ、塗装が不要なステンレス鋼材を使用することが多い。ステンレス鋼材の種類も多いが、一般的にはSUS304（オーステナイト系）が使用され、海水域では更に耐食性に優れたSUS316Lが使用されることがある。

【参考：塗装の種類】

ゲートに施される主な塗装について解説

表-6.1.5 適用塗装系

区 分		環 境		
		乾湿交番部 水 中 部	大気暴露部	
		海水・淡水	海岸・都市部	その他
扉体 戸当り	主として水中	A、B、E、I	—	—
	常時結露して 濡れている状態	—	A、B、E	A、B、E
	主として大気中	—	C、D	C、D
スクリーン		A、B、E	—	—
放流管内面		E、I	—	—
放流管外面露出部		—	A、E	A、E
開閉装置	屋外	—	C、D	C、D、G
	屋内	—	G	G
付属施設		A、B、E	C、D	C、D、G

注1. 表中の記号（A～I）に対応する塗装系とその特徴を次に示す。

A：エポキシ樹脂系（密着性、耐水性、耐薬品性に優れた塗料で、水中構造物の代表的塗料である。直射日光に暴露されるとチョーキング（塗膜表面が白くなる現象）を起こすなど対候性に劣るため、屋外構造物への使用は避けるのが良い。常時全開で使用される主として大気中にある扉体に対しては、C：エポキシ・ポリウレタン樹脂系やD：エポキシ・ふっ素樹脂系の使用が適切である。）

- B：厚膜エポキシ樹脂系（1回当りの塗布を厚くできるエポキシ樹脂系塗料であり、全体の塗膜を厚くすることにより、さらに耐食性を向上したものである。その他の特徴及び用途はエポキシ樹脂系と同様である。）
- C：エポキシ・ポリウレタン樹脂系（対候性に優れたポリウレタン樹脂系塗料を上塗りとして塗布するため、屋外構造物や主として大気中で使用されるゲートに採用される。耐水性はエポキシ樹脂系に比べるとやや劣る。）
- D：エポキシ・ふっ素樹脂系（ポリウレタン樹脂系塗料よりも更に対候性に優れたふっ素樹脂系塗料を上塗りとして塗布するものである。その他の特徴及び用途はエポキシ・ポリウレタン樹脂系と同様である。）
- E：変性エポキシ樹脂系（エポキシ樹脂系塗料の付着性を向上させた変性エポキシ樹脂系塗料を使用するもので、付着性に優れるため素地調整が十分にできにくい現場継手部や旧塗膜への塗替塗装として使用される。また、タールエポキシ樹脂系の代わりとして放流管や扉体の内面塗装としても使用される。）
- G：フタル酸樹脂系（耐水性や耐アルカリ性に劣るが、安価で作業性に優れるため大気中の構造物に広く使用される。）
- I：エポキシ樹脂系（ガラスフレーク）（エポキシ樹脂系塗料にガラスフレーク（平均厚さが2～5 μ m、粒径が10～4000 μ mの鱗片状のガラス）を混入したもので、厚膜に塗布でき、耐水性・耐摩耗性に優れる。水中で長期に防食性を期待する場合、流木等の衝突で塗膜が損傷しやすい場合に使用される。ただし、耐食性能を十分発揮するためには鋼材の角に丸みを付ける必要があり、更に使用可能な時間が短いなど作業性に劣るため、ゲート設備への採用例は少ない。）

注2. ステンレス鋼材については一般的に塗装を施す必要はないが、次のような場合に塗装することがある。

- ①水中で普通鋼材（SS400等）とステンレス鋼材（SUS304等）が接触した状態で使用すると異種金属接触腐食が発生するが、この異種金属接触腐食を防止するためにステンレス面に塗装することがある。一般的にその接触境界からステンレス側の100mm程度の範囲を塗装することが多い。
- ②景観的理由等により着色したい場合

出典：鋼構造物計画設計技術指針(水門扉編)

【参考：開閉装置の形式と構成要素】

開閉装置形式の特徴を表-6. 1. 6に、構成部位の用途と重要度を図-6. 1. 8～図-6. 1. 10に示す。

表-6. 1. 6 開閉装置形式と特徴

開閉装置形式	特 徴
ワイヤロープウィンチ式	扉体を吊ったワイヤロープをドラムで巻取り、扉体を開閉する方式である。ロープ掛数を増減して広範囲な開閉荷重に対応できることから、揚程の高い水門扉に使用できる。 本形式は、引上式水門扉において扉体を押下げることができないので、自重による締切力を確保する必要がある。 また、一般にラック式やスピンドル式に比べ高価なため揚程の低い小形水門扉には使用されない。
ラック式	扉体と開閉装置をラック（直線状の歯車）棒で連結し、開閉装置のピニオン（ラックと噛み合う歯車）とラック棒との噛合によって扉体を開閉する形式である。 ラック式は機械効率が高く、閉鎖時に自重降下（急降下）することが可能であるため、小形の水門扉に多く使用されている。 径間が2mから2.5m程度までは扉体中央1本吊り、それ以上では扉体の左右を吊り上げる2本吊りが多い。
スピンドル式	扉体と開閉装置をスピンドル（ネジ棒）で連結し、扉体を開閉する形式である。内ねじ式と外ねじ式がある。 スピンドル式は機械効率が低く、自重降下による閉鎖は不可能であるため、流量調整をするゲート以外に使用されることは少ない。

（参考）開閉装置の形式

(1) 機 械 式

1) ワイヤロープウィンチ式

1モータ2ドラムウィンチ式

1モータ1ドラムウィンチ式

2モータ2ドラムウィンチ式

2) スピンドル式

3) ラック式

4) チェーン式

(2) 油 圧 式

1) 油圧シリンダ式

固定シリンダ式 直 結 式

リンク式

揺動シリンダ式 直 結 式

レバー式

2) 油圧シリンダワイヤロープ式

3) 油圧モータワイヤロープ式

4) 油圧モータラック式

(3) その他の形式

1) 水圧シリンダ式

2) 空圧シリンダ式