

第 1 章 水門設備

第 1 章 水門設備

第 1 節 一般事項

1. 適用範囲(標準)

適用範囲は河川管理施設等構造令の適用を受ける水門扉とする。
本便覧によることが適当でない場合には、本便覧に示される技術的水準を損なわない範囲において、本便覧によらないことができる。

[解 説]

- (1) 本便覧においては河川施設に用いられる水門扉を対象とする。
- (2) 水門扉の適用は原則として次のものとする。
 - (a) 堰・水門・樋門・伏せ越しの施設に設置されるものである。
 - (b) 鋼材等(ステンレス鋼を含む)を主要構成部材とするものである。
- (3) 本便覧の適用を受ける堰・水門・樋門及び伏せ越しに設けられるゲート設備の設計に際しては、以下の関連する諸法規及び基準の適用を十分考慮して行う必要がある。
適用すべき諸法規、基準及び要領(案)

出典：[1]
ダム・堰施設技術基準
(案)
(平成 23 年度版)
(H23.7) P8

出典：[(2)]
ダム・堰施設技術基準
(案)
(平成 23 年度版)
(H23.7) P9

示方書等の名称

示方書・指針等	発刊年月	発刊者
河川法および同施行規則	平成 23 年 5 月	国 土 交 通 省
河川管理施設等構造令および同施行規則	平成 12 年 6 月	国 土 交 通 省
河川砂防技術基準(案)	平成 9 年 10 月	日 本 河 川 協 会
ダム・堰施設技術基準(案)	平成 23 年 7 月	ダム・堰施設技術協会
水門・樋門ゲート設計要領(案)	平成 13 年 12 月	ダム・堰施設技術協会
ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)	平成 12 年 6 月	ダム・堰施設技術協会
ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)	平成 12 年 8 月	ダム・堰施設技術協会
鋼製起伏式ゲート設計要領(案)	平成 11 年 10 月	ダム・堰施設技術協会

2. 用語の定義(標準)

水門扉とは流水の止水または調節を行う機能を有し、堰、水門、樋門、伏せ越しに設置する設備で、鋼材等を主要構成部材とする扉体、戸当り、開閉装置等で構成された可動設備をいう。

[解説]

- (1) 大形・中形・小形ゲートとは、扉体面積が次の場合をいう。
 - (a) 大形ゲート－50m²以上
 - (b) 中形ゲート－10m²以上 50m²未満
 - (c) 小形ゲート－10m²未満
- (2) 扉体面積は、純径間と有効高の積で計算する。

3. 構造の原則(標準)

水門扉は次の事項に適合するように設計しなければならない。

- (1) 確実に開閉できること。
- (2) 必要な水密性及び耐久性を有する構造とすること。
- (3) 予想される荷重に対して安全な構造とすること。
- (4) 操作及び保守管理が容易かつ安全に行えること。

[解説]

- (1) 開閉装置は十分な容量を有する他、施設の設置状況、規模等により適切な常用及び予備の動力源の選択を行わなければならない。
- (2) 水門扉は使用目的に応じた水密性を確保し、環境条件（とくに水質）・使用頻度等に応じた腐食代、材質、防食方法を考慮し長期の使用に耐える構造でなければならない。
- (3) 水門扉は、予想される荷重に対して安全な構造とすること。
- (4) 水門扉は保守管理が可能な形状構造とし、必要に応じて点検設備を配置すること。

4. 計画手順(標準)

水門扉の計画、設計にあたっては水門扉設備全体として機能を満足するために適切な計画を行うこと。

[解説]

計画及び設計にあたっては、下記の事項を考慮し、各段階を進めていくものとする。

- (1) 全体計画
 - (a) 水門、樋門の計画・設計を行うに必要な条件の確認を行う。
 - (b) 下部工との接点となる門柱等の図面提示や工程把握が必要である。
 - (c) 周辺地域との調和・自然環境への配慮を検討した構造や塗装(防食)仕様とする。
 - (d) 箱抜寸法、操作・点検スペース等について考慮する。
 - (e) 堆砂が予想される場合は、戸当り構造・扉体構造に留意が必要である。
 - (f) 樋門の場合は「柔構造樋門」か否かのチェックを行う。該当する場合は、変位量と変位方向を確認し、必要があれば対応策を講じるものとする。
- (2) 景観設計

出典：[2]

ダム・堰施設技術基準
(案)

(平成 23 年度版)

(H23.7) P10～12

地域特性を調査・検討し、景観に十分配慮した設計を行っていくものとする。

(3) コスト・メンテナンス性

- (a) 新技術などの導入を検討し、総合的なコスト削減を考慮する。
- (b) 「河川用ゲート設備 点検・整備・更新検討マニュアル(案)」には設備のライフサイクルおよびメンテナンスに関するコストの算出の参考となる点検の考え方や機器・装置の標準的な取替・更新年数が記されているので参照のこと。
- (c) 「ゲート点検・整備要領(案)」に点検・整備方法が記されているので参照のこと。

(4) 操作の信頼性

ダム・堰・水門等の機能を確実に発揮させるため、そこに設置する取水・制水・放流設備は、操作について必要な信頼性を有するものとする。操作の信頼性については、「ダム・堰施設技術基準(案)」1-2-3 操作の信頼性(P15～16)に示すので参照のこと。

(5) 機能保全

ダム・堰・水門は長期にわたりその機能を発揮する必要があるため、そこに設置する取水・制水・放流設備は、その機能・性質および各構成部材・部品等の特性を考慮して構造設計、設備設計および防食設計を行うとともに、必要な保守管理・修理・更新等を行い機能保全に努める。操作の信頼性については、「ダム・堰施設技術基準(案)」1-2-4 機能保全(P16～17)、「河川用ゲート設備 点検・整備・更新検討マニュアル(案)」に示すので参照のこと。

(6) 危機管理

危機管理とは、操作の信頼性確保において通常想定していない事態の発生により生じる、洪水時等にゲート設備が正常に操作できなくなるような危機の発生に対応し、壊滅的な被害の発生を防止することをいう。ダム・堰・水門等に設置される取水・制水・放流設備は、危機管理についての必要な機能を考慮するものとする。危機管理については、「ダム・堰施設技術基準(案)」1-2-5 危機管理(P18)、設備計画マニュアル 5. 危機管理(P276～280)に示すので参照のこと。

(7) 津波対策

東日本大震災を踏まえた堰・水門等の設計今後の設計・構造の考え方について

- (a) 施設の諸元等を定める場合の津波の設計外力には、施設計画上の津波を用いる。今回の経験を踏まえて、施設計画上の津波に対して堰・水門等が保持すべき性能を規定し、施設設計の手法等を見直していく必要がある。
- (b) 自然災害は常に施設計画を上回る現象が生じる可能性があることを十分認識する必要がある。そのため、最大クラスの津波来襲時にあっても、堰についてはゲートを開閉し定められた状態にできるように、水門等については扉体を閉鎖できるように、危機管理上の対応が可能な構造とすることが求められる。
- (c) 施設計画上の津波に対しての設計・構造は、堤内地の被害を最小限に抑えることを目指して、操作と併せ、一体的に検討する必要がある。
- (d) 河川津波に対する操作を行う必要がある施設では操作員の安全確保や迅速・確実な操作のため、遠隔化、自動化、無動力化のための設備を可能な限り採用する必要がある。
- (e) 個々の施設の設計にあたっては、維持管理の容易さ、操作性、耐久性、修復性等も考慮することが重要である。
- (f) 河川津波が、ゲート操作前や操作中といった予期していない状況で来襲することも想定し、様々な状況で河川津波の外力を受けることを想定しておく必要がある。
- (g) 今回の地震・津波による堰・水門等の被害状況と機能喪失の分析を踏まえると、危機管理を考慮した設備の設計にあたっては、多重化(設備の二重化による機能確保)、

出典：[(b)]

「河川用ゲート設備点検・整備・更新検討マニュアル(案)」

(平成 20 年度版)

(H20.3) P2-21

多様化(別の設備を使用することで機能確保)、或いは独立化(まったく別の方法で機能確保)の観点が必要である。

- (h) 津波対策における今後の設計、構造、操作のあり方については、「東日本大震災を踏まえた堰・水門等の設計、操作のあり方について」平成23年9月 東北地方太平洋沖地震を踏まえた河口堰・水門等技術検討委員会に示すので参照のこと。

(8) 計画フロー

水門扉の計画、設計では基本事項を順次整理していくことが必要であり、通常は基本計画、基本設計、実施設計の各段階を踏んで行う。

「水門・樋門ゲート設計要領(案)」2-1 諸条件の設定(P17~22)の項において、ゲート設備全般の設計手順が記されているので参照のこと。

5. 土木構造への対応(標準)

河川等に設置される堰、水門、樋門および伏せ越しゲート等は、扉体からの水圧荷重を安全確実に戸当りを介して土木(コンクリート)構造物に伝達するものと、門柱上部操作台のゲート開閉装置用架台から土木構造物に伝達するものがあり、それぞれの機能が十分に発揮されるよう設計・施工が行われなければならない。

基本的には、

- (a) 戸当りおよび開閉装置用架台(埋設アンカー)は、将来にわたり補修のできないところなので、それぞれに対応した十分な耐久性が必要である。
- (b) 接合部において、力の伝達が初期の通り確実に、円滑に、そして安全に行えることなどが重要である。この他に、使用性、経済性などについても考慮されなければならない。

(1) ローラゲートなどの戸当り部

ダム用高圧ゲートなどの高圧放流設備類の埋設構造物は、コンクリートに対して強度、付着性、水密性および防錆などを期待しているので、ダム本体と同時施工(一次コンクリート)を原則とするが、河川部に設けられる堰・水門・樋門等低圧ゲートの戸当り部は、設計水圧が比較的小さいこと、施工時期の関係などから箱抜き工法(二次コンクリート)での施工が一般的である。

(2) 開閉装置用架台

開閉装置用架台および埋設アンカーに作用する開閉荷重は、開閉装置形式・方式により下向き力以外に上向き力が作用する場合もあり、機側操作室床版の設計荷重は下部の門柱および基礎工に影響することから、作用荷重の選定にあたってはあらゆる方向からの組合せ荷重を想定したうえで決定する。

また、操作室床版には、開閉装置のほか、予備動力設備・機側操作盤・各種計器盤・支援盤等が設置され、これらの操作・点検・整備時を考慮したスペースの確保が重要である。

第2節 設計一般

1. 水門扉の形式・名称（標準）

河川に用いられる水門扉の一般名称は次による。
(1) ローラ形式 ローラゲート シェル構造ローラゲート
(2) スライド形式 スライドゲート 角落し
(3) ヒンジ形式 起伏ゲート フラップゲート マイタゲート

堰・水門・開門・樋門・伏せ越しに適した形式は、次のとおりである。

表1-2-1 水門扉の種類と設置場所および使用目的

水門扉の種類	設置場所	取水堰・河口堰					水門 樋門 伏せ越し	開門	防潮	修理用
	使用目的	洪水吐きゲート	土砂吐きゲート	流量調節ゲート	取水口沈砂池導水路ゲート	魚道				
ローラゲート		○	○	○	○	○	○	○		
シェル構造ローラゲート		○	○	○		○	○	○		
スライドゲート			○		○		○			
起伏ゲート		○		○	○	○		○		
フラップゲート					○		△	○		
マイタゲート							○	○	○	
角落し									○	

〔解説〕

- (1) 水門及び樋門および伏せ越しに用いられるゲートには、引上げ式のローラゲート、スライドゲートのほかフラップゲート、マイタゲート等がある。
- (2) 一般に水門、樋門および伏せ越しに設置するゲートは、ローラゲートを標準とし、開閉装置の締切り力を期待せずに自重により降下できることを原則とする。但し、特に小規模な場合は、スライドゲートを用いることができる。
- (3) スライドゲートは、小形ゲートでも開閉荷重が大きくなるため、締切り力を期待する必要があることや設備全体のコンパクト化に影響するので留意する必要がある。
- (4) 樋門ゲートの形式
 - ・門柱のないゲート形式を採用する際には、以下の事柄に留意して、樋門ゲート機能を確保できるように計画するものとする。
 - (a) 確実な開閉
 - (b) 必要な水密性
 - (c) 耐久性
 - (d) 維持管理性

参考：〔4〕
河川構造物設計要領
（中部地整）
6-7-3 2) (3) ①
P2-6-72

門柱を必要としないゲート形式（フラップゲート及びマイタゲート等）の採用は、設置場所等について十分吟味して、不完全閉塞を起こすおそれがないと認められるときに主ゲートとして採用できるものとする。

治水上重要な河川においては、最も確実な引き上げ式のローラーゲートの採用を原則とすべきであって、門柱を必要としないゲート形式の採用は、次に示す条件を満足する場合に限定すべきである。

(a) 不完全閉塞を起こす可能性が非常に少なく、仮に、不完全閉塞が起こったとしても、治水上著しい支障を及ぼすおそれがないと認められ、かつ、引上げ式のローラーゲートとした場合に出水時の開閉操作にタイミングを失すおそれがあること、その他人為的操作が著しく困難又は不相当と認められること。

(b) 樋門の構造が、川裏の予備ゲート又は角落とし等によって容易、かつ、確実に外水をしゃ断できる構造であること。

(5) 無動力で開閉するフラップゲート及びマイタゲートの特徴

わずかなゴミ等の障害物がはさまること等によって不完全閉塞ないし開閉不能を起こしやすい。しかし、必ずしも人工的な操作を必要としない特長を有していることから以下の条件が満足する場合においてのみ採用をできるものとする。

(a) 出水時の開閉操作にタイミングを逸する恐れがある場合。

(b) 人為操作が著しく困難または不相当と認められる場合。

(c) 危機管理の観点から上記の特徴を生かせる条件と認められる場合。

フラップゲート及びマイタゲートの形式選定上の留意点は、以下の基準による。

「解説・河川管理施設等構造令」第50条ゲート等の構造(p247～251)

「水門・樋門ゲート設計要領(案)」1-6 水門・樋門等の機能と形式(p10～11)

「ダム・堰施設技術基準(案)」1-2-5 危機管理(p18)

(6) 代表的な水門扉のゲート構造図を「ダム・堰施設技術基準(案)」1-0-2 対象(p283～305)に示す。

また、ゲート設備全般の設計手順を「水門・樋門ゲート設計要領(案)」2-1 諸条件の設定(P20～22)、ゲート形式の選定手順を「同要領(案)」2-2-1 ゲート形式の選定(P22～27)の項に示すので参照のこと。

2. 開閉装置の形式と選定（標準）

水門扉の開閉装置は当該水門の形式、大きさ、用途に応じ適当なものを選定しなければならない。

〔解説〕

- (1) 開閉装置形式の選定並びに選定手順は、「ダム・堰施設技術基準(案)」第5章開閉装置の設計(P151～163)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」2-2-2 開閉装置形式の選定(P27～33)の項に示すので参照のこと。
- (2) 開閉装置の選定にあたっては、水門扉の種類、大きさ、使用頻度、流量調節の有無、締切力必要の有無、開閉装置室のスペース、保守管理、コスト等を詳細に比較検討し、最適の形式を選定しなければならない。
- (3) 開閉装置は土木構造によって支持される。このため開閉装置の設計にあたっては、扉体との関係は勿論、土木構造を事前に検討し、開閉装置を設置する空間・面積・寸法・形状等の制約条件を整理することが重要である。
- (4) 動力伝達形式として機械式と油圧式に大別されるが、設置条件、ゲート規模、ゲート形式、保守管理、景観等を考慮して選定する。
- (5) 機械式開閉装置は一般に、小形ゲートや中形ゲートにはラック式の採用例が多く、中形以上のローラゲートではワイヤロープウインチ式の事例が多い。尚、押下げ力を必要とするローラゲートやスライドゲートにはワイヤロープウインチ式は採用されない。
- (6) 開閉装置の予備動力には、内燃機関は使用せず予備動力ユニットとする。
- (7) ラック式開閉装置を高揚程に採用する場合は、景観設計及び維持管理上の検討を行わなければならない。この場合、開閉荷重が小さくてもワイヤロープ式を採用することもある。
- (8) モータ容量が7.5kW以上のワイヤロープ式開閉装置は、オープンギヤ形を標準とする。ただし、メンテナンスの軽減等の必要上から、7.5kW以上の場合でもドラム一体形を用いる場合もある。
- (9) 油圧式開閉装置には油圧シリンダ式と油圧モータ式があり、油圧シリンダ式は一般に大きな開閉力や押下げ力を必要とする場合に採用される。油圧モータ式は、高トルク・低回転出力の特性を活かして、ドラムに油圧モータを直結させて駆動する等の機構のものでワイヤロープウインチ式に比べコンパクトである。
- (10) 油圧式は機械式に比べ、①設備がコンパクトである。②システム設計がフレキシブルである。③信頼性が高い等の利点があり、採用される例が増えている。
- (11) 堰は一般に揚程が高く、扉体の重量が大きいのでワイヤロープウインチ式が採用される場合が多い。
しかし、近年設備のコンパクト化や景観を優先する観点から、油圧シリンダ式や油圧モータワイヤロープ式が採用された例もある。
- (12) 油圧シリンダ式は動力変換部に電気系統を有しないため、起伏ゲートのように洪水時水没する可能性がある場所や、動力変換部がコンパクトであるため、ピット内等の狭い場所等に使用される。また、油圧発生部と動力変換部および油圧配管で構成され、動力は油圧力で伝達されるため、システム設計がフレキシブルである。機械設備をできる

だけ目立たなくしたい場合のように景観設計を必要とする場合に採用される。
ただし、油圧シリンダ式の場合の揚程は、製作加工上の制約から 10m 以下を標準とする。

- (1 3) 油圧シリンダワイヤロープ式は油圧シリンダ式と同様に開閉装置を狭い場所に据え付ける場合には有利であるが、ワイヤロープの給油や点検が油圧シリンダ式に比べてより煩雑であるため、河川用には設置例が少ない。
- (1 4) 油圧モータワイヤロープ式は、開閉装置の設置面積が小さいことから、開閉装置室のスペースに制約のある場合や開閉装置を扉体または堰柱内に設置する場合に採用される。
- (1 5) 油圧モータラック式は、高トルク、低回転数の油圧モータにピニオンギヤを取り付け、ラック棒または扉体直付けのラックを駆動する方式で、開閉装置をよりコンパクトにする必要のある場合に有利であるがセクタゲート等に一部採用されているのが現状である。

3. 設計荷重（標準）

水門扉の設計荷重は、原則として考慮する荷重として、静水圧、自重、浮力、地震時動水圧、地震時慣性力し、必要に応じて考慮する荷重として、泥圧、波圧、風荷重、雪荷重、温度荷重、氷圧その他の荷重とする。

〔解 説〕

- (1) ゲートに作用する荷重の組合せとして、「ダム・堰施設技術基準(案)」表 3.1.9-1 水門扉の設計荷重の組合せ(P87)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」表 2.4-2 ゲートの設計荷重の組合せ(P37)に示すので参照のこと。

〔注〕

「ダム・堰施設技術基準(案)」表 3.1.9-1 より、常時全開の水門・樋門ゲートにあつては、
(a) 雪荷重、上部残留水重、上・下向き力の Δ は特に必要でない場合は考慮しないものとする。

(b) 中間開度においては、流量制御を行う事例は少ないので必要でない場合は検討から除けるものとする。検討する必要がある場合は技術基準により検討するものとする。

(c) 風荷重の \circ は軽構造戸当りの検討に必要であるが扉体の設計荷重としては考慮しないものとする。

- (2) 各設計荷重について考え方と計算式は、「ダム・堰施設技術基準(案)」3-1-4 設計荷重(P50～58)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」2-4 設計荷重(P36～44)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」2-4 設計荷重(P28～37)に詳述しているので参照のこと。

4. 開閉荷重（標準）

水門扉の扉体の開閉荷重として考慮する荷重は、扉体の自重、支承・水密ゴムおよび堆泥による摩擦力、浮力、越流水による上・下向力、下端放流時の上・下向力、その他の荷重とする。

〔解説〕

- (1) 水門扉の開閉荷重の組合せは、「ダム・堰施設技術基準(案)」表 5.0.8-1 開閉荷重の組合せ(P172～176)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」表 2.5-3 開閉荷重の組合せ(P46)に示すので参照のこと。

〔注〕

「ダム・堰施設技術基準(案)」表 5.0.8-1 より、常時全開の水門・樋門ゲートにあっては、

(a) 越流水による上・下向き力、波による荷重の Δ および堆泥による摩擦力 \circ は、特に必要でない場合は考慮しない。

(b) 浮力の考え方は、開時は扉体自重の空中重量、閉時は、水中重量とする。

(c) 下端放流時の上・下向力の考え方は、開時は下向力を見込むが閉時は見込まないものとする。

(d) 扉体上の雪荷重は、必要に応じて考慮する。

- (2) 水門扉の扉体の開閉荷重として考慮する各荷重について考え方と計算式は、「ダム・堰施設技術基準(案)」5-0-4 開閉荷重(P164～167)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」2-4 開閉荷重(P44～53)、「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-1-2-1 開閉荷重[ワイヤロープウィンチ式](P16～22)、3-1-2-1 開閉荷重(P291～294)[スピンドル式]、4-1-2-1 開閉荷重[ラック式](P340)、「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」2-5-2 開閉荷重(P52～57)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」2-5 開閉荷重(P37～42)に詳述しているので参照のこと。

5. 開閉速度（標準）

扉体の開閉速度は、水門扉の使用目的に適合したものとする。

〔解説〕

- (1) ゲートの開閉速度は、全揚程を開閉するときの平均速度とし、ゲート設備の使用目的、所要時間等を考慮して適切な値とする必要がある。

- (2) ゲートの開閉速度について、一般的な目安は「ダム・堰施設技術基準(案)」2-0-2 開閉速度(P25～26)、「水門・樋門ゲート設計要領(案)」2-3-2 開閉速度(P35)および「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-1-2-2 開閉速度(P22)、「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」2-5-3 開閉速度(P58～60)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」2-3-2 開閉時間(P28)、に記されているので参照のこと。

6. 揚 程（標準）

揚程は、水門扉の設置目的に応じて必要な能力が発揮できるよう決定し、全開時において流水の流下に対して安全なものとする。

[解 説]

- (1) ゲートの揚程は、設備の使用目的、設置場所を考慮し、扉体、戸当り等の点検・整備が容易なものとする。
- (2) 樋門の場合は、ゲートが樋門の有効断面に食い込まない揚程位置とすること、また点検整備に必要な作業性を考慮してさらに必要な揚程を確保できるものとする。
尚、門柱の高さと堤防高(標高)との関係に不揃いが生じる場合は、管理橋施設に工夫が必要となる。
- (3) 揚程は原則として、「ダム・堰施設技術基準(案)」2-0-3 揚程 (P26～28)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」2-3-3 揚程 (P35～36) 「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-1-2-3 揚程 (P22～24)、「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」2-5-4 揚程 (P60～63) に示す高さ以上とする。

7. 使用材料（標準）

使用材料は当該水門扉の形式、大きさ、用途、使用個所等に応じ適当なものを選定しなければならない。

- (1) 河川用ゲートの使用材料は表 1-2-7(a)を標準とする。

表 1-2-7(a) 使用材料[注] ●印はよく使用される材料

区分名称	用途	材 料 名	
扉 体	スキンプレート	SS400●SM400、SM490、SMA400、SMA490、SUS304、SUS304L、SUS316、SUS316L	
	主桁、端縦桁 縦桁、縦補助桁 横補助桁	●SS400●SM400、SM490、SMA400、SMA490、SUS304、SUS304L、SUS316、SUS316L	
	主および補助ローラ	SC450、●SC480、SF440、●SF590、S25C、S35C●S45C、●SCMn2B ●SCMn3B、●SCMnCr2B、●SCMnCr3B、SCS13、●SUS304、SCS3、SUS329J1 ●SSW-Q1S	
	主、補助ローラ軸 ロッカービーム軸	SF440、S25C、S35C、S45C、SCM、●SUS304、●SUS304N2、SUS403、SUS316	
	軸 受	HBsC、BC、ALBC、LBC、●無給油軸受	
戸 当 り および 固 定 部	戸 当 り 材 (埋設、取外し)	●SS400、●SM400、●SUS304、SUS304L、SUS316、SUS316L	
	ローラ踏面材	●SUS304、●SUS304N2、SUS316、SUS329J1、SUS329J4L、SUS410系	
	水 密 板	●SUS304、●SUS304L、SUS316、SUS316L	
開 閉 装 置	歯 類	ドラム、中間歯車 (大)	SC450、SC480、SF440、SCW42、S25C、S35C、S45C、●SCM、SCMn2B、SCMn3B、SCMnCr2B、SCMnCr3B
		ドラム、中間歯車 (ピニオン)	SC450、SC480、SF440、●SNC、●SCM
		か さ 歯 車	SC450、SC480、SF440、S25C、S35C、S45C、●SCM、SCMn2B、SCMn3B、SCMnCr2B、SCMnCr3B
		ラ ッ ク 歯 車	S25C、●S35C、S45C
		ウオーム歯車	●SF440、S25C、S35C、S45C、●SCM
	シ ー ブ	SC450、SC480、SCS13、●FC250、FCD	
	ド ラ ム	SS400、●SM400、●SM490、●SC450、SC480、S25C、S35C、S45C、SCW410	
	軸 類	トドラム・ピニオン	SF440、S25C、●S35C、●S45C、SNC、SCM
		中 間	●STK、SF440、SGD-D、S25C、●S35C、S45C、SNC、SCM
		シ ー ブ	SF440、S25C、●S35C、●S45C、SNC、SUS304、SUS403
	軸受類	ドラム・中間軸 等	BC、PBC、●LBC、無給油軸受
		水 没 部	無給油軸受
	ワイヤーロープ	JISG3525、●JIS6号、JIS12号(フイヤー形)●JIS21号(ウオリントジール形)	
	ク ラ ッ チ	●SF440、S25C、S35C、S45C	
	ラ ッ ク	SF440、S25C、S35C、S45C、●SUS304、SUS403	
	シリンダチューブ	●SM400、SM490、SC450、SC480、●STPG370、SF45 ホィー及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板、STS、●STKM	
	ピストンロッド	S25C、S35C、S45C、SUS304、●SUS304N2、SUS403	
	ピ ス ト ン	SS400、SC450、SC480、●SF440、S25C、S35C、S45C、FC、FCD	
	油 圧 配 管	STPG370、STS370、●SUS304TP	
	架 台	●SM400、SM490	
休 止 フ ッ ク	●SS400、●SM400、SM490、●SF440		

[注]

(a) 水門・樋門ゲートの扉体や戸当りに使用する溶接用鋼材は、原則として SM400 とする。型鋼を使用する部材等は SS400 とするが、溶接用鋼材として用いる場合は、溶接施工方法試験もしくは成分検査によって溶接性に問題ないことを確認する必要がある。なお、この場合の板厚は 22 mm を限度とする。

- (b) 主ローラと戸当りローラ踏面板の材料の組合せについて、主ローラの硬度は一般的に保守管理を考慮して戸当りレールのローラ踏面板の硬度よりも軟らかなものを採用することが一般的である。
- (2) 鋼板において、普通鋼 (SM400) と高張力鋼 (SM490) の使い分けについては、応力検討の段階で、たわみが支配条件となる場合は普通鋼、応力が支配条件となる場合は高張力鋼が有利である。
- (3) 耐候性鋼材 (SMA400、SMA490) については、水門扉の設置条件から腐食に対する効果の有無、経済性及び維持管理等の面を考慮して採用する。
- (4) 設置後、常時水中にあって保守管理が容易に行えない水門扉や感潮区間に設置される水門扉では、腐食に対する効果が得やすいステンレス鋼を使用するケースが多い。ただし、大形ゲートにあっては電気防食等の対策が取られる。
- (5) 一般にステンレス鋼の使い分けは、淡水域では SUS304、SUS304L を構造材として使用し、強度及び耐食性を重視する場合は SUS304N2、SUS329J1、SUS329J4L が使用される。また、酸性河川にあっては SUS316、海水域では SUS316L が使用される。
L 材は、溶接などの熱影響により生ずる粒界腐食感受性を軽減する目的で C を低く 0.030% 以下にした鋼種であり溶接構造部材に使用される。
〔ダム・堰施設技術基準(案)〕防食マニュアル 3. 耐食性鋼材 (P751～766) を参照
- (6) ステンレス鋼には、普通鋼などとの異種金属と組合せた場合に、相手金属を腐食させる「異種金属接触腐食」がある。この防止策として、溶接構造による金属間の絶縁が不可能な場合、電気防食材を設置する以外に、塗装した普通鋼が溶接接合される場合は、溶接線から 100mm 以上ステンレス鋼側に入った部分まで塗装する方法がとられている。
〔ダム・堰施設技術基準(案)〕防食マニュアル 3. 耐食性鋼材 (P751～766) を参照
- (7) 河口堰等常時海水中で使用されるゲートの扉体材料として、耐海水性鋼板が数種市販されている。耐海水性鋼板は高耐食性鋼に属するものでなく、低コストで普通鋼の耐食性を向上させたものであり、実際の使用に当たっては、使用環境・施工性・コスト等を塗装や電気防食などの防食方法と比較しながら、その併用も充分考慮して採用する。
- (8) その他、使用材料の選定にあたっては、「ダム・堰施設技術基準(案)」3-1-7 使用材料 (P67～70) および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」2-6 使用材料 (P54～59) を参照のこと。開閉装置における使用材料の選定にあたっては、「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-1-3-1 使用材料 (P25～26)、「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」2-6-1 使用材料 (P63～65) を参照のこと。
- (9) 中、小形水門に使用される材料の選定フローの例を図 1-2-7(a)～(c) に示す。

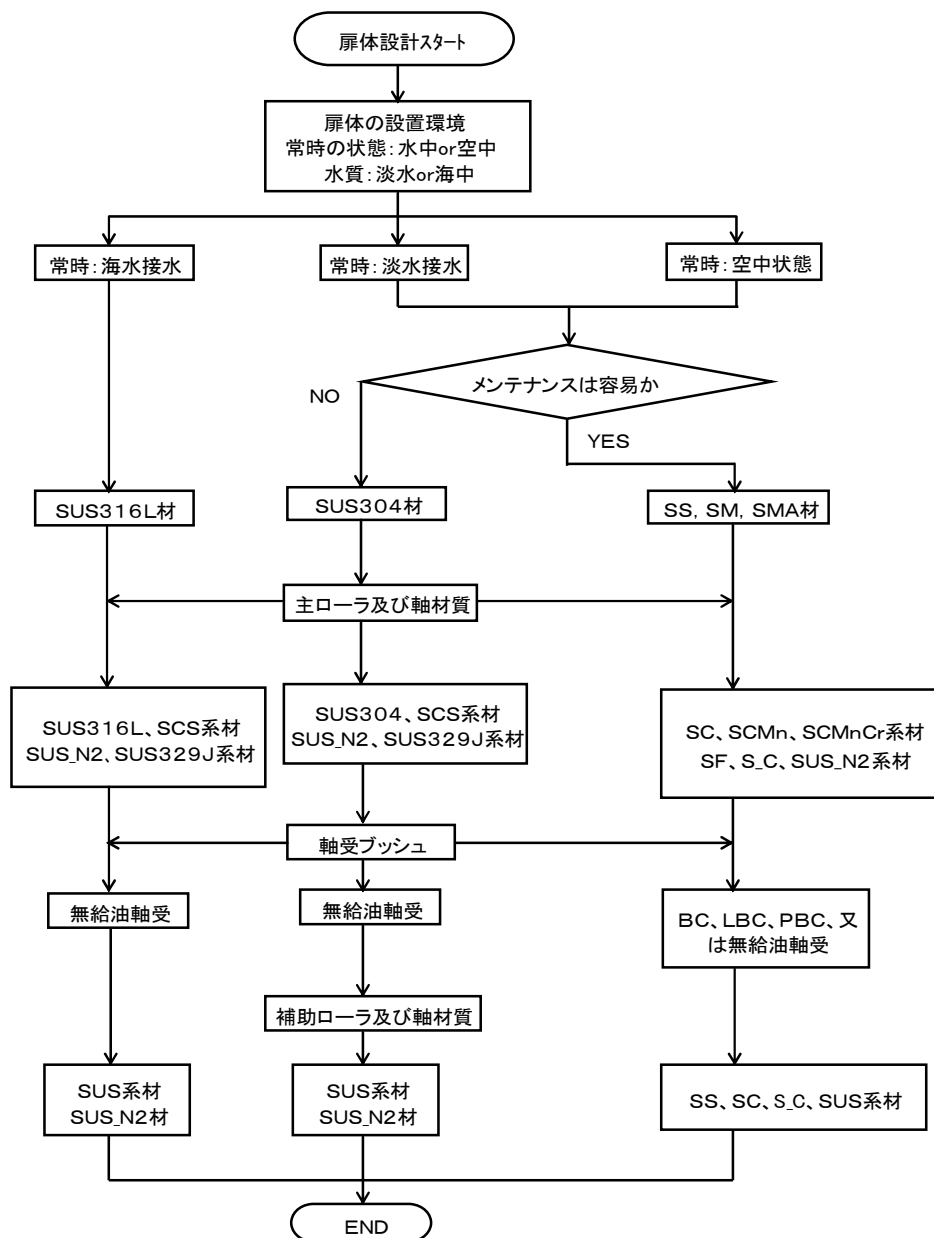


図 1 - 2 - 7 (a) 扉体使用材料選定フロー(参考)

注) 本図は標準的な選定フローを示すものであり、選定に際してはイニシャル・ランニングを含めたライフサイクルコストを検討し、最適な材質を選定する。

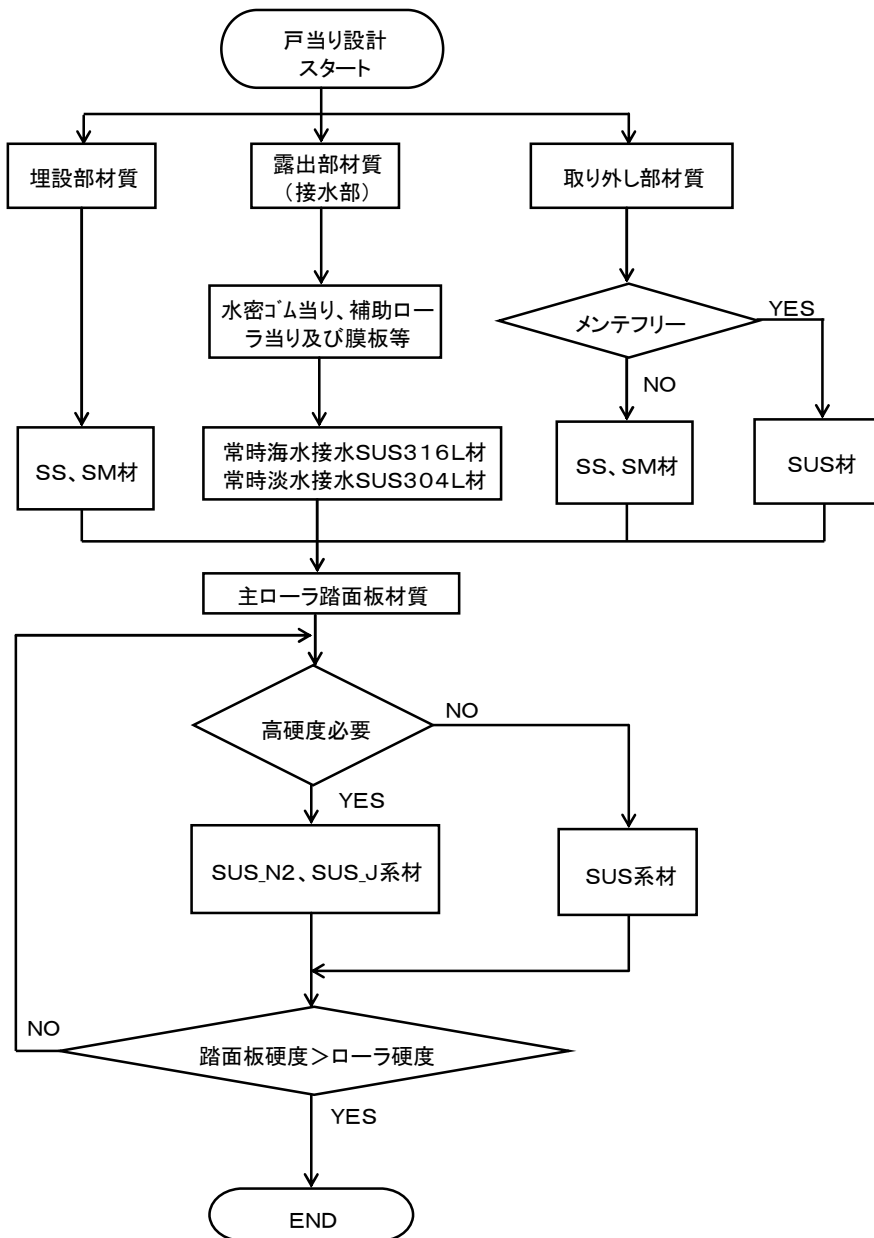
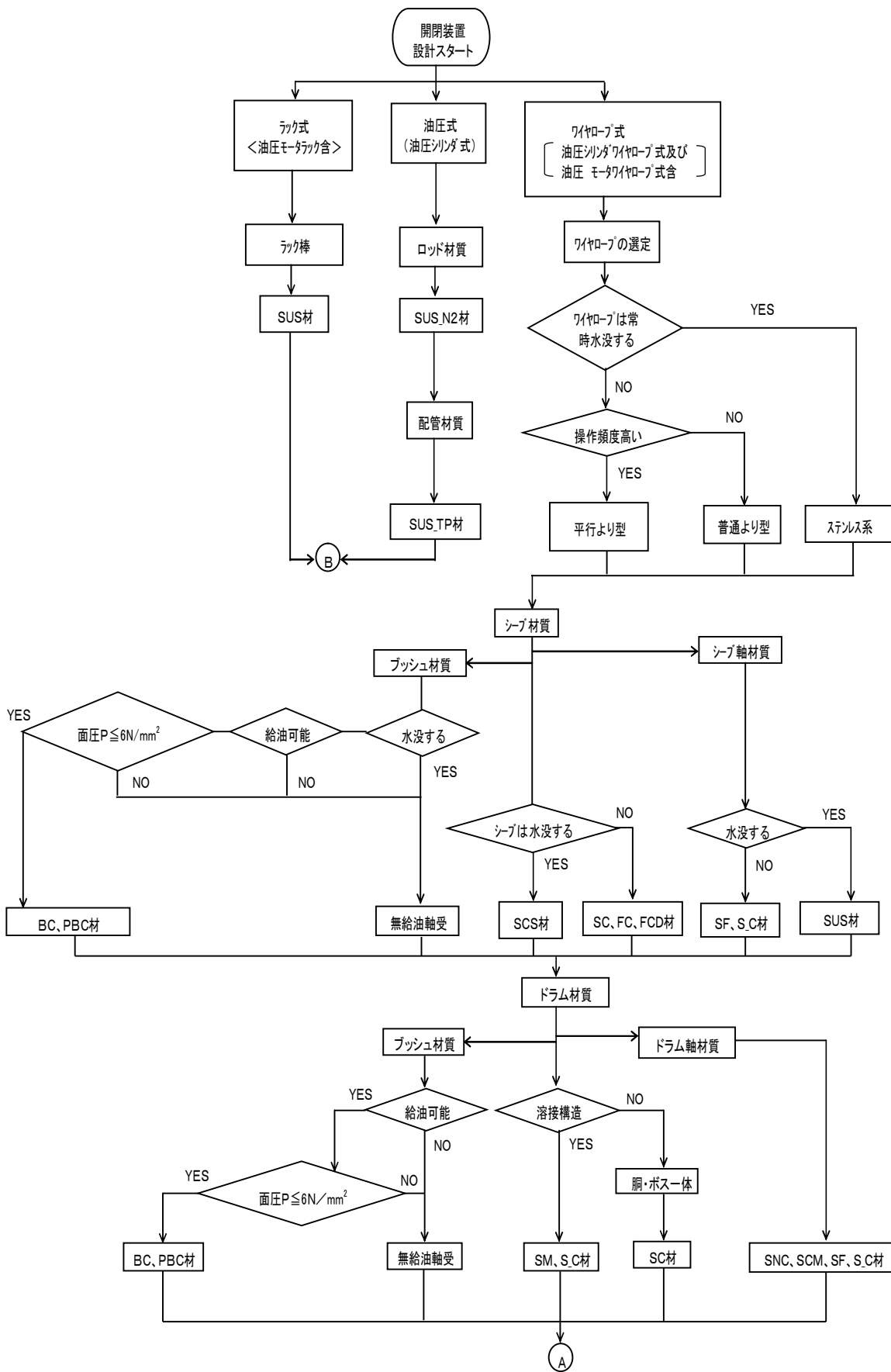


図 1-2-7 (b) 戸当り使用材料選定フロー(参考)

注)本図は標準的な選定フローを示すものであり、選定に際してはイニシャル・ランニングを含めたライフサイクルコストを検討し、最適な材質を選定する。



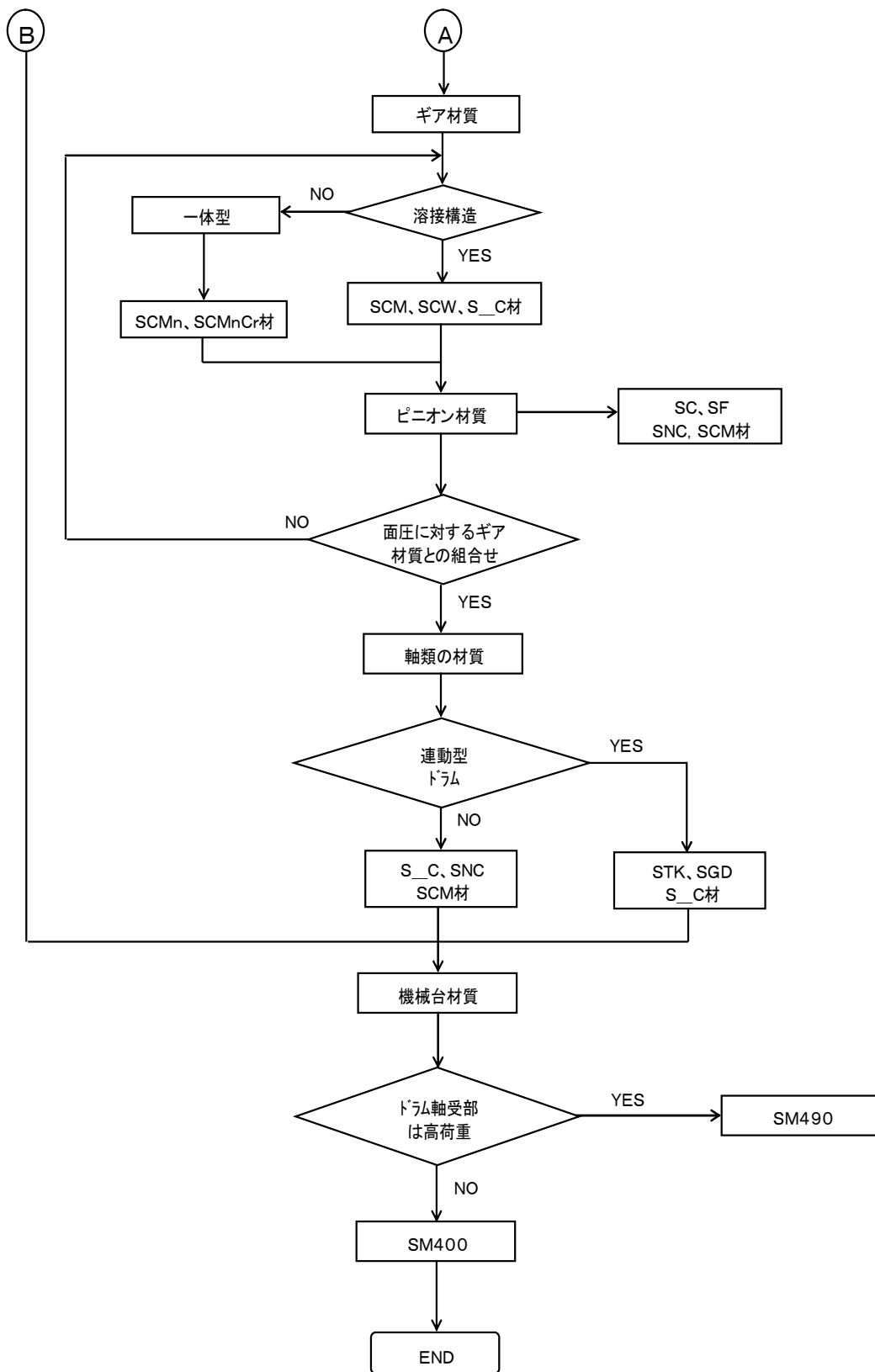


図 1 - 2 - 7 (c) 開閉装置使用材料選定フロー(参考)

8. 材料の許容応力（標準）

材料の許容応力度は当該材料の材質、大きさ、使用条件等に応じ適当な値とする。

〔解説〕

扉体・戸当りに用いる材料の許容応力度並びにコンクリートの許容応力度は、「ダム・堰施設技術基準案」3-1-8 材料の許容応力度(P70～85)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)2-7-1 材料の許容応力度(P59～71)、「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-1-3-4 開閉装置架台の許容応力度(P29～37)、「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」2-6-4 材料の許容応力度(P67～74)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」2-7-1 材料の許容応力度(P47～58)に示すので参照のこと。

9. 許容応力の補正（標準）

材料の許容応力度は地震時、又は修理用ゲートについては補正することができる。

〔解説〕

水門扉の用途によって許容応力は、「ダム・堰施設技術基準(案)」3-1-10 許容応力度の補正(P90～93)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」2-7-2 許容応力度の補正(P72)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」2-7-2 許容応力度の補正(P59)に示す各係数を乗じた値とする。

10. 開閉装置の安全率（標準）

開閉装置の安全率は作用する応力の状態、材料の種類、加工精度、使用個所等を考慮して決定しなければならない。

〔解説〕

開閉装置に使用する材料の安全率は、「ダム・堰施設技術基準(案)」5-0-7 開閉装置用材料の安全率(P170～1172) および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」2-8 開閉装置用材料の安全率(P73～75)、「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-1-3-3 安全率(P27～29)、「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」2-6-3 安全率(P66～67)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」2-8 開閉装置用材料の安全率(P59～60)に示す値以上とする。

11. 摺動部・回転部許容面圧（標準）

摺動部、回転部の許容面圧は材質、使用条件等に応じて決定しなければならない。

〔解説〕

許容面圧は、「ダム・堰施設技術基準(案)」3-1-11 許容面圧(P93)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」2-9 許容面圧(P76)、「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-1-3-5 許容面圧(P38)、「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」2-6-5 許容面圧(P66～67)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」2-9 許容面圧(P60)に示す値を標準とする。

1 2. たわみの許容値（標準）

水門扉の各部のたわみはその果すべき機能に支障を来さないように定めなければならない。

〔解説〕

水圧およびこれと同方向の荷重に対する扉体のたわみの許容値は、径間に対して、また、開閉装置および点検台のはり材のたわみについても同様に支点間距離に対して、「ダム・堰施設技術基準(案)」3-2-1 たわみ度の許容値(P95～96)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」2-10 たわみ度の許容値(P77～78)、「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-1-3-6 たわみ度(P39)、「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」2-6-7 たわみ度(P77～78)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」2-10 たわみ度(P61～62)に示す値以下としなければならない。

1 3. 余裕厚（標準）

水門扉各部分の腐食等に対する余裕厚は当該水門扉の使用条件、材質等に応じて決定する。

〔解説〕

- (1) 水門、樋門、伏越し等で常時接水していない水門扉は、1 接水面につき淡水の場合 0.5 mm また海水の場合 1.0 mm とする。
- (2) 堰等で常時接水している水門扉は、1 接水面につき淡水の場合 1.0 mm、また海水の場合 1.5 mm とする。
- (3) 余裕厚については、「ダム・堰施設技術基準(案)」3-2-2 余裕厚(P96～98)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」2-11 余裕厚(P78～79)に詳述されているので参照のこと。
- (4) 都市河川等で腐食を促進する物質が含まれることがあるので十分調査し適切な余裕厚を検討する。
- (5) 起伏ゲート等において砂礫等による摩耗のおそれがある場合の余裕厚については別に検討を行い考慮するものとする。「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」2-11 余裕厚(P62)に詳述されているので参照のこと。
- (6) 防食塗膜の健全性の保持や補修の難易などから長期の防食機能の維持に支障をきたす場合は、電気防食を補助的に併用する。
 - ・異種金属の組合せを起因とする局部腐食が発生する恐れがある場合。
 - ・海水及び汽水環境のように、水質(土質)を起因とする全面腐食が大きい場合。
 - ・電気防食については、「ダム・堰施設技術基準(案)」防食マニュアル 4-1 電気防食(P767～781)、「機械工事塗装要領(案)」2-4 電気防食(P12)に詳述されているので参照のこと。

1 4. 最小板厚及び細長比（標準）

水門扉に使用する主要部材の板厚は最小板厚以上とし、又細長比は最大値以下とする。

〔解説〕

- (1) 扉体、戸当り、固定部に使用する主要部材の板厚は、余裕厚を含み原則として、扉体に対し鋼板及び型鋼で 8mm 以上、戸当り・固定部に対し鋼板では 8mm 以上、型鋼では 6mm 以上とする。

但し、これは河川管理施設として重要なゲートを対象にしたものであることから、その他のゲートについては、鋼板では 6mm 以上、型鋼では 5mm 以上とすることができる。

また、河川の樋門等に設置される小型ゲートに使用する主要部材の板厚はスキンプレートを除き、鋼板では 6mm 以上、型鋼では 5mm 以上とすることができる。

「ダム・堰施設技術基準(案)」3-2-3 最小板厚 (P98～99) および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」2-12 最小板厚 (P79)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」2-12 最小板厚および細長比 (P62～63) に示す。

(2) 扉体を使用する部材は、細長比があまり大きいと、たとえ応力計算上余裕があっても扉体としての剛性に欠けるため、細長比を制限する必要から、「ダム・堰施設技術基準(案)」3-2-4 細長比 (P95～100) および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」2-13 細長比 (P80)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」2-12 最小板厚および細長比 (P62～63) で示す値以下とする。

1 5. 摩擦係数 (標準)

摩擦係数は滑動の条件、滑動部の材質に応じて定める。

[解 説]

水門扉の抵抗等の計算に用いる標準的な摩擦係数は、「ダム・堰施設技術基準(案)」表 5.0.4-1 摩擦係数 (P166) および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」表 2.5-4 摩擦係数 (P47)、「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-1-3-7 機械効率・摩擦係数 (P40～45)、「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」2-6-6 機械効率および摩擦係数 (P76～77)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」2-13 摩擦係数 (P63～64) で示す。

第3節 扉体・戸当りの設計

1. 構造、機構の設計（標準）

1-1 扉体

- (1) 使用目的に応じた水理的に良好な形状としなければならない。
- (2) 十分な強度と剛性を有し、安全な構造とする。
- (3) 十分な水密性と耐久性を有するものとする。
- (4) 維持管理を考慮した構造とし、必要に応じ保守点検用の装置を付設する。

〔解説〕

- (1) 扉体は、水圧を直接受ける部分と水圧荷重を戸当りに伝える部分からなり、扉体構造は中・小形ゲートでは原則としてプレートガーダ構造とする。
- (2) 扉体の設計要領は、「ダム・堰施設技術基準(案)」3-3-1 扉体(P117～129)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」3-1-1 扉体(P87～111)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」3-1-1 扉体(P71～86)に詳述されているので参照のこと。
- (3) 扉体の設計手順を、「水門・樋門ゲート設計要領(案)」図 3.1.1-6(P91)に示すので参照のこと。
- (4) 主桁等の配置・構造の考え方並びに設計手順は、「水門・樋門ゲート設計要領(案)」3-1-2 主桁等の配置・構造(P92～100)に詳述されているので参照のこと。
- (5) スキンプレートの設計要領は、「ダム・堰施設技術基準(案)」3-3-2 スキンプレート(P119～124)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」3-1-3 スキンプレート(P100～106)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」3-1-3 スキンプレート(P78～82)に詳述されているので参照のこと。
- (6) プレートガーダの設計は、「ダム・堰施設技術基準(案)」3-2-8 プレートガーダ(P112～116)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」3-1-4 プレートガーダ(P106～110)に詳述されているので参照のこと。
- (7) 圧縮部材等の設計は、「ダム・堰施設技術基準(案)」3-2-5 圧縮部材, 3-2-6 引張部材, 3-2-7 軸方向力と曲げモーメントを受ける部材(P100～111)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」3-1-5 圧縮部材(P110～111)に詳述されているので参照のこと。

1-2 支承部

- (1) 支承部は、扉体を円滑に操作でき、保守管理の容易なものとする。
- (2) 主支承部は、水門扉の形式、移動速度を考慮し、適切な構造としなければならない。
- (3) 補助支承部は、扉体を安定させ、損傷を防止する構造とする。

〔解説〕

- (1) ローラゲートの主ローラは、扉体のたわみによる片当りを防止するため、すべり軸受の場合、原則としてローラに曲率を設ける。ただし、純径間 3.0m 以下の小形ゲートで、設計水深 10m 以下のものについては曲率を設けなくてよいものとする。
- (2) ゲート開閉時の噛み込みを配慮し、支承部にはクサビを使用しないものとする。

- (3) 支承部に関する事項並びに一般的な設計手順・考え方は、「ダム・堰施設技術基準(案)」3-3-3 支承部(P124～126)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」3-1-6 支承部(P112～113)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」3-1-1 扉体(P82)に示すので参照のこと。

1-3 水密部

- (1) 水密部の構造及び水密材料は、水門扉の使用目的に応じた適切な形状と耐久性を有したものでなければならない。
- (2) 水密部は、水圧や温度変化等による扉体のたわみ、伸縮等に対して水密が保持できるとともに流水及び流下物による損傷を受けにくい構造で、かつ、有害な振動やキャビテーションを起こさない構造とする。
- (3) 水密部は、交換及び調整を考慮して、容易に保守管理できる構造とする。

[解説]

- (1) 河川用ゲートにおいては、ゴム水密とするのが望ましいが金属水密を採用する場合は、扉体のたわみ等の許容量を検討する必要がある。
- (2) 水密部に関する事項並びに一般的な設計手順・形式および構造特性は、「ダム・堰施設技術基準(案)」3-3-4 水密部(P126～129)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」3-1-7 水密部(P114～119)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」3-1-5 水密部(P83～86)に示すので参照のこと。

1-4 戸当り及び固定部

- (1) 戸当り及び固定部の形状は、各水門扉の形式に適合したものを選定するものとする。
- (2) 戸当り及び固定部の構造は、水密上必要な寸法及び精度を有し、かつ扉体支承部からの荷重を安全にコンクリート構造物に伝達することのできる寸法、強度及び剛性を有する構造とする。
- (3) 戸当り及び固定部は、据付時の施工性、扉体部分の保守管理を考慮した構造寸法とする。

[解説]

- (1) 河川用ゲートの戸当りについては、扉体またはローラの保守管理を行う事が可能なように、戸溝内にタラップを設置したり、側部上段部には、取外し部を設ける。
「ダム・堰施設技術基準(案)」P322 に示す図例及び「水門・樋門ゲート設計要領(案)」P147 の回転式戸当り構造例を参照のこと。
- (2) 取外し戸当り部には、扉体を昇降させずにローラの回転を確認できる装置を設ける。
「水門・樋門ゲート設計要領(案)」P139 の主ローラ回転確認構造例を参照のこと。
- (3) 戸当りに関する事項並びに一般的な設計手順・考え方および計算式は、「ダム・堰施設技術基準(案)」3-3-5 戸当り及び固定部(P129～132)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」3-1-8 戸当り(P119～125)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」3-1-6 戸当り(P87～88)に示すので参照のこと。

1-5 接合部の設計

部材及ブロックの接合方法の選定はその荷重伝達や接合目的を考慮して決定する。

〔解説〕

- (1) 河川用ゲートにおいては基本的にはリベット構造は使用しないものとする。
- (2) ブロック分割については最大応力発生部、応力集中発生部を避けなければならない。
- (3) 原則として水門扉には、高力ボルトを使用しない。ただし、水密に関係のない場所、錆の発生を防止できる所などでは使用できる。
- (4) 応力を伝達する重要な箇所の溶接形状は、突合せ溶接及びすみ肉溶接とする。
- (5) 接合部の設計にあたっては、「ダム・堰施設技術基準(案)」マニュアル編の接合マニュアル(P699～737)に詳述されているので参照のこと。

2. ローラゲート(標準)

2-1 一般

中・小形の水門、樋門および伏せ越しゲートに採用例の多いプレートガーダ構造のローラゲートについて定める。

2-2 扉体

扉体は、その水門扉の使用目的・使用条件によって、適切な形状としなければならない。

〔解説〕

- (1) ローラゲートの扉体は、「ダム・堰施設技術基準(案)」2-1-1 適用範囲, 2-1-2 扉体の形状, 2-1-3 扉体の構造(P307～316)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」3-2-1 適用範囲、3-2-2 扉体(P127～130)の項で詳述されているので参照のこと。
- (2) プレートガーダ構造とシェル構造の適用径間や扉高の区分は、一義的には定まらず、個々の条件に基づき検討の上決定される。実績的にみた区分図を、「ダム・堰施設技術基準(案)」図 2.1.2-7(P313)に示すので参照のこと。
- (3) 主桁の桁高は材質、水理上の制限、許容たわみ度等により決定されるが、河川ゲートの場合、純径間の 1/8～1/12 程度が一般的である。

2-3 ローラ

ローラは考慮すべき荷重を安全に戸当りに伝達し扉体の作動を円滑にするものでなければならない。

〔解説〕

- (1) 主ローラは設計荷重をできるだけ均等に負担するように配置する。
- (2) 主ローラ個数は、片側 2 個が好ましく、止むを得ず片側 3 個以上設ける場合はロッカビーム方式とするか、あるいはローラ軸を偏心させる等の方法によりローラに偏荷重が作用しないような調整方法を講じることが望ましい。
- (3) ローラの軸受形式は、原則として保守管理が容易なすべり軸受とし、軸受のブッシュには無給油軸受を使用する。従って、主ローラ軸に耐食性に優れたステンレス鋼の使用や軸受両端部にダストシールを設ける場合は、グリースによる潤滑は必要としな

い。但し、防塵の二重化を目的とした場合は給油を行ってもよい。

「水門・樋門ゲート設計要領(案)」P140～142 の解説文を参照

(4) 主ローラの回転摩擦係数 $[(\mu_1 + \mu_2 \cdot r)] / R$ は支承部がすべり軸受の場合、0.05 程度を目安とする。

(5) 主ローラ軸受部は、必要に応じ、扉体の温度変化による伸縮に対応できる構造とする。

(6) 主ローラの硬さは、戸当りの保守管理が困難なことを考慮してローラ踏面板の硬さより低く設計することが望ましいが、防食などの理由で材質を決定した結果、主ローラの硬さの方を高く設計する場合もある。

ローラ及びローラ踏面に使用される鋼材の許容接触応力度は J I S Z 2243 規定するブリネル硬さ (HB) により求めるものとする。

なお、主な使用鋼種とその組合せ一例を「ダム・堰施設技術基準(案)」3-1-8 材料の許容応力度 表 3.1.8-18「ローラ及びローラ踏面の使用鋼種と硬さの組合せ」(P83)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」2-7-1 材料の許容応力度 表 2.7.1-16「ローラ及びローラ踏面の使用鋼種と硬さの組合せ」(P69)に示す。

(7) 扉体の両端部には扉体の横振れを防ぐためにサイドローラを片側 2 個以上設けるものとする。

(8) サイドローラは、調整、将来の維持管理を考慮し、戸溝の外に配置するのを原則とする。

(9) 主ローラおよびローラ軸の一般的な設計手順および留意事項は、「水門・樋門ゲート設計要領(案)」3-2-3 ローラおよびローラ軸 (P130～139) に示すので参照のこと。

2-4 戸 当 り

戸当りは水密に必要な寸法と精度を有し、ローラからの荷重を安全にコンクリート構造物に伝達できる寸法、強度及び剛性等を有する構造とする。

〔解 説〕

(1) ローラレールの強度は、弾性床土上の無限に長い梁に集中荷重が作用するものとして計算する。計算に用いるアンドレの式は、「ダム・堰施設技術基準(案)」P326～327 に示す図例及び「水門・樋門ゲート設計要領(案)」P143～144 に示すので参照のこと。

(2) 戸当りの設計においては、土砂の流入、堆積を防止する形状、対策を検討する必要がある。堰・水門等にみられる。その対策例を、「水門・樋門ゲート設計要領(案)」3-1-8 戸当り 8. (1)および(2)における「戸溝底部の形状」、戸溝保護板等 (P124) に示すので参照のこと。

(3) 中・小形ゲートおよび大形ゲートの戸当りの箱抜き寸法は、施工性を考慮して、「水門・樋門ゲート設計要領(案)」3-1-8 戸当り 8. (3) 戸当りの箱抜き寸法 (P125) に示す値を目安とするが、伸縮継手や凍結防止装置を設ける場合は、その施工性を考慮したスペースを確保する。

3. シェル構造ローラゲート（標準）

3-1 一般

シェル構造の適用径間や扉高の区分は一義的に定まらないが、一般に10～20m程度以上で、径間(L)に対する扉高(H)の比(H/L)が1/5～1/6程度以下の場合には扉体をシェル構造ローラゲートとすることが多い。

「ダム・堰施設技術基準(案)」2-10 シェル構造ローラゲート(P431～441)の項を参照のこと。

3-2 扉体の形状

扉体形状は、そのゲートの使用目的・使用条件によって適切な形状としなければならない。

〔解説〕

- (1) シェル構造ローラゲートの扉体の形状は、放流時に支障のない形状とする。
- (2) 扉体上部は、越流する場合には、有害な負圧が生じない形状とするとともに扉体底部は、下端放流水と干渉しない形状とする。又、扉体には開閉時に作用する浮力や扉体内部の水重などの影響を小さくするため、底面板に水抜き穴を、越流部付近には給排気口を設ける。
- (3) 上流面スキンプレート方式の扉体下端形状は、下端放流水脈が底面板と干渉しないよう、底面板をゲートリップ部から20°以上切り上げる必要がある。
- (4) 扉体の平面形状は径間方向には同一断面とするのを原則とする。

3-3 扉体の構造

扉体は使用時に加わる各種の力、及び変位に対し安全な構造でなければならない。

〔解説〕

(1) 曲げ応力

扉体の強度は、スキンプレート、頂板、背面板、底面板及び水平桁で構成されたシェル断面と、それを補剛するダイヤフラムで荷重に抵抗するが、径間に対して扉高が大きい場合は、シェル断面の全てが有効に働かないことがあるので、有効幅によって断面を計算し、発生応力度やたわみ量を検討しなければならない。

(2) せん断応力

シェル構造の扉体に作用するせん断力は、曲げによるせん断力と、扉体断面のせん断中心と荷重中心の偏心によるねじりせん断力があり、両者を合成するのが望ましい。一般にねじりせん断力によるせん断応力度は、偏心量が小さいことと、ねじりせん断力に対抗するせん断面積が大きいことから、曲げによるせん断応力度と比べ、微少の値となる。

(3) ローラの摩耗による扉体の傾きが発生する事例がある。よって構造・材質については維持管理の容易性考慮するとともに注意を要する。

(4) 扉体の構造は、「ダム・堰施設技術基準(案)」2-10-3 扉体の構造(P437～441)に詳述されているので参照のこと。

4. 起伏ゲート（標準）

4-1 一般

- (1) 一般に堰高及び堰長が設置個所の河積、河幅等に比して十分小さい場合及び河積に十分余裕がある場合については起伏ゲートの設置が引き上げ式ゲートに比して有利となる。また、洪水の到達時間等からみて、引き上げ式ゲートでは出水時の的確な開閉が期し得ない場合については、一般に起伏ゲートが用いられる。
- (2) 起伏ゲートの設計にあたっては、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」を参照のこと。

5. スライドゲート(標準)

5-1 一般

(1) スライドゲート

- (a) スライドゲートの扉体は、一般にプレートガーダ構造でローラを有しないため構造が簡単であるが、扉体と戸当りとは直接接触して荷重を伝達するので、開閉荷重は大きくなる。このためスライドゲートは、径間および水位差が比較的小さい樋門、樋管、伏せ越し等のゲートに採用されている。
- (b) スライドゲートの考え方は、「ダム・堰施設技術基準(案)」2-13 スライドゲート(P466～475)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」3-3 スライドゲート(P148～152)に示す。
- (c) ローラゲートを採用するか、スライドゲートを採用するかの選定は、土木構造や経済性、操作性等を検討し決定する。
- (d) ゲートの大きさによる選定の目安として、実施例を純径間で見ると、2.0m以下でスライドゲートを採用。2.0m～2.5m付近でローラゲートとスライドゲートが混用。2.5m以上でローラゲートの採用例が多い。また、実施例を扉体面積で見ると、5㎡程度以上ではローラゲートが採用されることが多い。
尚、純径間が2.0m以下であっても開閉操作荷重が過大となる場合はローラゲート形式の採用も視野に入れた検討が必要である。
スライドゲートは、開閉動力が人力の場合で扉体面積が2㎡程度以下。電動機の場合でも扉体面積が5㎡程度以下が用いられている。
「水門・樋門ゲート設計要領(案)」2.2.1-1 ゲート形式の選定(P23～25)を参照のこと。

(2) 修理用ゲート

- (a) 修理用ゲートは、常時使用の水門扉の上流側に設置するのが望ましい。ただし、下流側に水がない場合は、下流側に設置する。
- (b) 河口部付近に設置され、常時、水門扉の上、下流に水位の存在する場合は、水門扉の上、下流側両方に設置する必要がある。
- (c) 常時使用の水門扉が、中、大形ゲートの場合には、修理用ゲートの吊り込み条件から径間方向に複数分割する必要があるものもある。
この場合の中間戸当り支持方式は管理橋支持形式あるいは支柱支持方式等がある。
- (d) 修理用ゲートの考え方は、「ダム・堰施設技術基準(案)」2-14 特殊修理用ゲート(P476～481)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」3-4 角落し(P152～156)に示す。

第4節 開閉装置の設計

1. 一般（標準）

1-1 開閉装置

- (1) 開閉装置の形式選定にあたっては、水門扉の種類、用途及び周辺環境等を考慮して決定しなければならない。
- (2) 開閉装置は、扉体を長期間にわたり所定の速度で確実に開閉操作ができるものでなければならない。
- (3) 開閉装置は、維持管理を考慮した構造とする。

〔解説〕

開閉装置の設計に関する事項並びに形式の選定手順・配置例等を、「ダム・堰施設技術基準(案)」第5章開閉装置の設計(P151～163)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」2-2-2 開閉装置形式の選定(P27～33)、開閉装置の基本構成並びに設計手順を、「同要領(案)」第4章開閉装置の設計 4-1-1～4-1-2(P157～167)に示す。

1-2 開閉用動力設備

- (1) 扉体をいつでも確実に開閉できる動力設備を設けなければならない。
- (2) 扉体の開閉動力は、電動機を標準とする。
- (3) 扉体の開閉動力は、所要の容量を有し、水門設備の目的に適した定格とする。

〔解説〕

- (1) 開閉用動力の容量は、電動機については計算開閉力の100%以上とする。
- (2) 油圧ポンプ駆動用動力の容量は、設定油圧ポンプの性能に対して十分なものとする。
- (3) 電動機は、定格トルクに対し、始動トルクについては200%以上、最大トルクについては250%以下のものを選定する。
- (4) 電動機の定格は、原則として連続定格とする。なお、自動操作等で電動機の始動・停止を頻繁に繰り返し運転する場合も支障のないものとする。
- (5) 開閉用動力設備は、「ダム・堰施設技術基準(案)」2-0-4 開閉用動力(P28～30)、5-0-10 機械式開閉装置構成要素(P178～181)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」4-1-3 開閉用動力(P167～169)、4-2-2 電動機(P183～185)、「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-3-1 開閉用動力(P95～99)、3-3-1 動力設備(P316～317)、4-3-1 動力設備(P356～357)「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」2-7-1 開閉用動力(P78～80)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」4-1-3 油圧発生用動力(P149～150)に詳述されているので参照のこと。

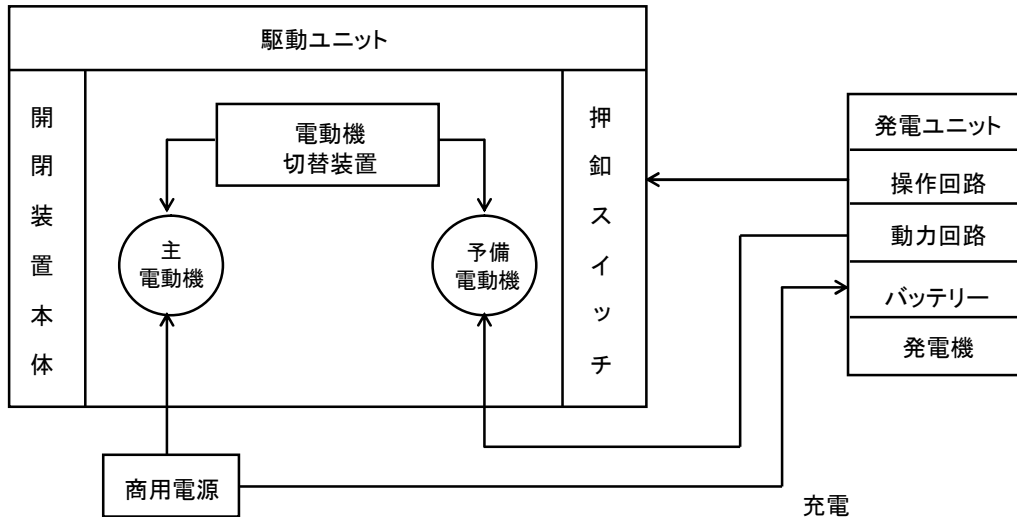
1-3 開閉用予備動力設備

- (1) 水門扉には、原則として開閉用予備動力設備を設けなければならない。
- (2) 開閉用予備動力設備は、常用の開閉用予備動力設備の故障、停電等の場合に迅速かつ確実に扉体を操作できるものでなければならない。
- (3) 開閉用予備動力設備の容量は、所要の容量を有し、水門設備の目的に適した構造とする。

〔解説〕

- (1) 開閉用予備動力には、電動機と人力があり、設備の規模、管理体制などによって選定される。
- (2) 開閉装置の予備動力には、内燃機関は採用しない。予備動力ユニットとする。
- (3) 予備動力ユニットは、常用の電源・動力と独立したもので、駆動ユニット(主電動機容量の1/2~1/3程度の予備電動機)と発電ユニットで構成する。

図 1-4-1 機器構成例



- (4) 開閉用予備動力設備は、「ダム・堰施設技術基準(案)」2-0-5 開閉用予備動力 (P30~33) および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」4-1-4 開閉用予備動力 (P169~170)、「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-3-1-2 開閉用動力 (P100~101)、3-3-1 動力設備 (P316~317)、4-3-1 動力設備 (P356~357)「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」2-7-1 開閉用動力 (P78~80)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」4-1-3 油圧発生用動力 (P149~150)に詳述されているので参照のこと。

1-4 安全装置

水門扉には操作の安全性を保ち、管理を容易にするために必要とされる安全装置を備えなければならない。

[解説]

(1) 開閉装置には、設備の目的・用途に応じた安全(保護)装置を設ける物とする。扉体の安全(保護)に必要な装置を、「ダム・堰施設技術基準(案)」2-0-8 水門扉の保護(P35～339)、5-0-9 開閉装置の安全対策(P176～181)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」4-1-5 開閉装置の保護装置、安全装置および付属装置(P171～174)、「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-3-13 保護および安全(P231～245)、3-6-7 保護および安全(P333～336)、3-3-5 保護および安全(P367～368)、「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」3-13 保護および安全(P357～375)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」4-1-5 保護装置・安全装置・付属装置(P151～155)に詳述されているので参照のこと。

(2) 非常用上限制限開閉装置は、上限位置を検出する方法とは別の方法を用い、作動の確実性を確保する。ラック式開閉装置の場合、通常非常上限はラック棒にドグをつけて外部リミットスイッチを直接たいて作動させる方式が一般的である。最近では、内蔵リミットで3点(全開・全閉・非常上限)とれる形式が採用されている。

1-5 非常用閉鎖装置

扉体の急閉鎖を必要とする場合には、安全確実に作動する非常用閉鎖装置を設けなければならない。

[解説]

非常用閉鎖装置については、「ダム・堰施設技術基準(案)」2-0-9 急降下閉鎖装置(P39～41)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」4-1-6 急降下閉鎖装置(P174～176)、「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-3-1-3 急降下閉鎖装置(P101～103)、4-3-2 急降下閉鎖装置(P357～358)に詳述されているので参照のこと。

1-6 開閉装置フレーム

開閉装置のフレームは、予想される荷重に対して剛性に富み、開閉作動中に振動等をおこさない構造としなければならない。

[解説]

(1) 開閉装置フレームについては、「ダム・堰施設技術基準(案)」5-0-13 開閉装置フレーム及び開閉装置架台(P187～190)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」4-2-11 開閉装置フレーム(P216～217)、4-3-13 開閉装置フレーム(P252～254)、「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-3-14 開閉装置フレーム(P246～254)、「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」3-8 油圧シリンダフレームおよび油圧モータフレーム(P263～283)に詳述されているので参照のこと。

(2) ラック式開閉装置の固定用アンカボルトには、押下げ力の反力が作用するので、コンクリート構造物と強固に固定する。固定方法の例は、「水門・樋門ゲート設計要領(案)」(P216)に図例があるので参照のこと。

1-7 開度計

- (1) 水門扉には、機側に機械式開度計を設けなければならない。
- (2) 水門扉の監視および制御の使用条件により、機側および遠方で電氣的に開度を表示させるための電気式開度計を設けなければならない。開度計は必要に応じて二重化する。

[解説]

開度計は、「ダム・堰施設技術基準(案)」6-4 開度計(P689～695)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」5-5-1 開度計(P292)に詳述されているので参照のこと。

1-8 休止装置

ゲートの点検・整備時に扉体を休止させるため、必要に応じ休止装置を設けるものとし、安全確実に着脱できる構造とする。

[解説]

休止装置の考え方は、点検・整備時(例えば、開閉装置の部品、ワイヤロープ及びシーブ等の取替え時)のみの使用に限定する。

- (1) 手動式または無動力式を原則とする。
- (2) 操作性を考慮して電動式とする場合は、手動でも操作できるようにする。
休止装置については、「ダム・堰施設技術基準(案)」2-17-4 休止装置(P500～501)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」4-1-7 扉体休止装置(P176～177)を参照のこと。

2. 機械式開閉装置(標準)

2-1 機械効率及び摩擦係数

開閉装置の各部の機械効率及び摩擦係数は使用環境をも考慮して決定するものとする。

[解説]

開閉装置の各部の機械効率および摩擦係数は、「ダム・堰施設技術基準(案)」5-0-11 機械効率及び摩擦係数(P181～182)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」4-2-1 機械効率及び摩擦係数(P177～183)、「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-1-3-7 機械効率・摩擦係数(P40～45)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」2-13 摩擦係数(P63～64)に示す。

2-2 電動機

- (1) 電動機は、定格トルクに対し、始動トルクについては 200%以上、最大トルクについては 250%以下のものを選定しなければならない。
- (2) 電動機の定格は、原則として連続定格とする。電動機は、全揚程を運転するのに必要な時間以上での定格とし、かつ、1 回当りの運転継続時間以上の定格とする。また、自動操作等で電動機の始動・停止を頻繁に繰り返し運転する場合も支障のないものでなければならない。

〔解説〕

- (1) 電動機の考え方は、「ダム・堰施設技術基準(案)」5-0-10 機械式開閉装置構成要素 (P178~181)および「水門・樋門設計要領(案)」4-2-2 電動機 (P183~185)、「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-2-5-8 電動機容量 (P92~93)に詳述されているので参照のこと。
- (2) 電動機の出力算定式は、「水門・樋門設計要領(案)」4-2-1 機械効率および摩擦係数 (P177~183)に記されているので参照のこと。
- (3) ワイヤロープウインチ式開閉装置に使用する電動機の容量は、IEC の第一系列および第二系列のいずれの電動機を採用してもよいものとする。
- ただし、大形水門用電動機は注文生産であることから第二系列の採用例が最近見受けられるが、中・小形の水門・樋門の場合の電動機は容量も小さくまた短期間での取替え時の汎用性を配慮して、第二系列の採用に際しては市場性を考慮する必要があるため、一般に IEC の第一系列を採用している。IEC 第一系列および第二系列は、「水門・樋門ゲート設計要領(案)」表 4.2.2-1 電動機標準容量 (P184)で示す。

2-3 制動機構

開閉装置には、制動機構を二系列以上設けねばならない。

〔解説〕

- (1) 開閉装置の形式による制動装置の選定は、次によるものとする。
- (a) ワイヤロープウインチ式の場合
- 一般にセルフロックが可能となっているウオーム減速機を使用する場合は、制動機付電動機を使用すればよい。セルフロックが不可能な減速機を使用する場合は、電動機内蔵制動機を使用し、かつセルフロックにかわる制動装置を備えなければならない。電動機に装着されている制動機以外の制動機は、原則として電動油圧押上ブレーキとする。
- (b) ラック式開閉装置の場合
- 開閉動力が電動機の場合は、セルフロック機能またはメカニカル制動機構と電動機内蔵制動機を備える。なお、無動力で水門扉を閉じる場合には、メカニカル制動機構および電動機内蔵制動機を解放することにより扉体の自重で降下させる。この自重降下時の速度調節は遠心ブレーキを使用する。
- (2) 制動機の容量は停止時の衝撃力が大きくならないよう、電動機の場合は定格トルクに対し 150%程度の制動トルクにすることが望ましい。
- (3) 制動機については、「水門・樋門ゲート設計要領(案)」4-2-3 制動機 (P186~189)「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-3-2 制動機構 (P103~108)に詳述されているので参照のこと。

2-4 減速装置

減速装置の形式は、所定の減速比に適合し、十分な強度を有し保守管理の容易なものを選定し、採用する。原動機の定格トルク及び最大トルクの双方に対してそれぞれ強度を有するものとする。

〔解説〕

減速装置については、「水門・樋門ゲート設計要領(案)」4-2-4 減速機(P189～193)「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-3-3 減速機および切換装置(P108～118)の項を参照のこと。

2-5 歯車

歯車の強度は、曲げ強度及び面圧強度の両面から検討し決定しなければならない。

〔解説〕

- (1) 手動のみで操作する開閉装置の歯車の強さは曲げ応力により決定する。
- (2) 歯車の強度計算は次の条件で行う。

(a) 電動機の場合

- ① 曲げについては電動機の定格トルクから算出した応力が当該使用材料の引張強さに対し第2節8の「開閉装置の安全率」に掲げる値以上の安全率を有し、かつ電動機の最大トルクから算出した応力が当該使用材料の降伏点の90%以下でなければならない。
- ② 電動機の最大トルクは定格トルクの250%とする。
- ③ 面圧については電動機の定格トルクに対し検討する。

(b) 手動

曲げ強度は人力100Nの操作力から算出した応力が当該使用材料の極限強さに対し第2節8項の「開閉装置の安全率」に掲げる値以上の安全率を有し、かつ手動の最大トルク(過負荷防止装置の設定トルク)から算出した応力が当該使用材料の降伏点の90%以下でなければならない。

- (3) 歯車については、「水門・樋門ゲート設計要領(案)」4-2-5 歯車(P193～196)、「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-3-4 歯車(P118～131)の項を参照のこと。

2-6 軸受

軸受は、支持荷重・軸回転速度等を考慮して、配置及び形式選定し、原動機定格トルク及び最大トルクによる軸受荷重方向に対し十分な強度と剛性を有していなければならない。

〔解説〕

軸受については、「水門・樋門ゲート設計要領(案)」4-2-6 軸受(P196～198)、「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-3-6 軸受(P149～153)の項を参照のこと。

2-7 動力伝達軸及び軸継手

動力伝達軸及びこれらの軸継手は、所定の伝達動力のほか、積雪荷重等の外力及び自重等に対応できる強度と剛性を有し、採用する原動機の定格トルク及び最大トルク双方に対してそれぞれ強度を有するものとする。

〔解説〕

動力伝達軸および軸継手については、「水門・樋門ゲート設計要領(案)」4-2-7 動力伝達軸および軸継手 (P199～202)、「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-3-5 軸類および軸継手(P149～153)の項を参照のこと。

2-8 ラック

ラックは、所定の揚程を満足する長さを有するとともに、開閉荷重に対して十分な強度を有するものでなければならない。

〔解説〕

- (1) ラック式開閉装置の考え方は、「水門・樋門ゲート設計要領(案)」2-2-1 ゲート形式の選定の項(P24～25)、「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」4-2-5-1 ラック棒の設計(P350～354)で詳述されているので参照のこと。
- (2) ラック棒の強度計算式等は、「水門・樋門ゲート設計要領(案)」4-2-8 ラック(P202～208)、「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」4-2-5-1 ラック棒の設計(P350～354)に示すので参照のこと。
- (3) ラックの本数は、径間 2.5m 未満は 1 本、2.5m 以上は 2 本吊りとする。但し、径間 2.5m 未満であっても、径間と扉高の比が 1:2 以上の場合は開閉時の振れ防止を考慮し 2 本吊りとする。
尚、スライドゲートでラックを 1 本吊りとした場合、開閉能力の限界から、現状の開閉装置の汎用性を考慮し 70kN 程度以下を目安とする。

2-9 ワイヤロープ

ワイヤロープの規格は、ゲートの設置場所、目的に適合したものを選定しなければならない。

〔解説〕

- (1) ワイヤロープの考え方、強度計算等は、「水門・樋門ゲート設計要領(案)」4-2-9 ワイヤロープ(P209～213)、「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-2-5-3 ワイヤロープ(P72～82)で示すので参照のこと。
- (2) ワイヤロープ吊り本数の設計手順を、「水門・樋門ゲート設計要領(案)」4-2-9 ワイヤロープの項の表 4.2.9-2(P212～213)、「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-2-5-2 ロープ吊り本数(P69～72)で示すので参照のこと。

2-10 ドラム及びシーブ

ドラム及びシーブの寸法は、ゲートの規模、配置等を考慮して決定せねばならない。

〔解説〕

ドラムおよびシーブの考え方、強度計算等は、「水門・樋門ゲート設計要領(案)」4-2-10 ドラムおよびシーブ(P213～215)、「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-2-5-4 ドラム・シーブ径(P82～88)、2-3-7 ドラム(P153～164)、2-3-8 シーブ(P164～168)で示す。

3. 油圧式開閉装置(標準)

3-1 構成要素

油圧式開閉装置は、油圧ユニット、油圧配管、油圧シリンダまたは油圧モータ、作動油等で構成する。

〔解説〕

油圧式開閉装置の設計における構成などは、「ダム・堰施設技術基準(案)」5-0-12 油圧式開閉装置構成要素(P183～187)および「水門・樋門ゲート設計指針(案)」4-3 油圧式開閉装置の設計(P218～254)、「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」第4章油圧設備の設計(P145)で詳述されているので参照のこと。

尚、開閉装置形式によっては、ドラム・シーブ・ワイヤロープ等を使用するが、これらの構成要素に求められる機能は基本的には機械式開閉装置と同じであるため、本条では対象としない。

3-2 制 動

開閉装置には、扉体を所定の開度で確実に停止させるための制動機構を設ける。

〔解説〕

制動機構については、「水門・樋門ゲート設計指針(案)」4-3-2 制動(P220～221)の項で詳述されているので参照のこと。

3-3 油圧回路

油圧回路は、安全性および信頼性が高く、ゲートに要求される機能に適合したものとす。

〔解説〕

- (1) 油圧回路の設計要領は、「水門・樋門ゲート設計指針(案)」4-3-3 油圧回路(P221～224)、「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」2-7-4 油圧回路(P83～84)、3-5 油圧回路(P190～238)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」4-2-1(P155～165)の項で詳述されているので参照のこと。
- (2) 緊急時の操作不能が設備周辺に甚大な影響を与えると判断されるゲート設備については、油圧回路を二重化する。
油圧回路の二重化とは、電動機、油圧ポンプなどの油圧発生部、動力回路圧力制御弁、方向制御弁をいう。
- (3) 油圧力の設計要領は、「水門・樋門ゲート設計指針(案)」4-3-4 油圧力(P224～226)、

「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」2-7-5 油圧力(P84～87)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」4-2-2(P166～167)の項を参照のこと。

- (4) 損失圧力の設計要領は、「水門・樋門ゲート設計指針(案)」4-3-5 損失圧力(P227～232)、「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」2-7-6 損失圧力(P87～94)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」4-2-3 損失圧力(P168～171)の項を参照のこと。
- (5) 油圧ポンプの設計要領は、「水門・樋門ゲート設計指針(案)」4-3-6 油圧ポンプ(P232～234)、「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」2-7-7 油圧ポンプの基本選定(P94～95)、3-4-5 油圧ポンプ(P167～170)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」4-1-4 油圧ポンプ(P150～151)の項を参照のこと。
- (6) 電動機の考え方は、「水門・樋門ゲート設計指針(案)」4-3-7 電動機(P235～236)、「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」2-7-8 電動機(P95～96)の項を参照のこと。

3-4 油圧ユニット

開閉用動力の発生装置として、必要な発生圧力および容量を有し、点検・整備が容易なものとする。

〔解説〕

- (1) 油圧ユニットの設計要領は、「水門・樋門ゲート設計指針(案)」4-3-8 油圧ユニット(P236～238)、「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」3-4 油圧ユニット(P150～189)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」4-2-4 油圧ユニット(P172～174)の項で詳述されているので参照のこと。
- (2) 油圧配管の設計要領は、「水門・樋門ゲート設計指針(案)」4-3-9 油圧配管(P239～242)、「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」3-6 油圧配管(P239～252)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」4-2-7 油圧配管(P178～182)の項を参照のこと。
- (3) 作動油の設計要領は、「水門・樋門ゲート設計指針(案)」4-3-10 作動油(P242～245)、「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」3-7 作動油(P253～262)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」4-2-8 作動油(P182～184)の項を参照のこと。

3-5 油圧シリンダ

油圧シリンダは必要な開閉力とストロークを有し、油漏れが少なく作動が確実で耐久性に優れたものとするとともに、点検・整備が容易な構造とする。

〔解説〕

- (1) 油圧シリンダの設計要領は、「水門・樋門ゲート設計指針(案)」4-3-11 油圧シリンダ(P246～249)、「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」3-1 油圧シリンダ(P97～135)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」4-2-10 油圧シリンダ(P185～200)の項に詳述されているので参照のこと。
- (2) シリンダチューブの使用材質は、材質が均一で継目のない機械構造用炭素鋼鋼管(引抜き鋼管 STKM 材)を標準とする。また、ピストンロッドの材質はステンレス鋼とし、表面に硬質クロムメッキを施す例が多い。粉塵や土砂が付着するおそれのある場合は、母材として SUS304N2 を使用することが望ましい。

3-6 油圧モータ

油圧モータは必要なトルクを有し、油漏れが少なく作動が確実に耐久性に優れたものとするとともに、汎用性があり、点検・整備が容易な構造とする。

[解 説]

- (1) 油圧モータの設計要領は、「水門・樋門ゲート設計指針(案)」4-3-12 油圧モータ (P249～251)、「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」3-2 油圧モータ (P136～144)の項に詳述されているので参照のこと。
- (2) ゲート用開閉装置として採用する場合以下のメリットがある。
 - (a) 単体で高トルク、低速回転が可能であるため、減速機構が不要となる。
 - (b) 動力の発生源を別置きできるため、レイアウトに自由度がある。
 - (c) 油圧モータは油量を調整することにより容易に速度変換が可能となる。

第5節 操作制御設備

1. 基本計画（標準）

1-1 計 画

操作制御設備の計画に当たっては当該水門の設置目的と管理体制を十分に把握し、適切な計画を行わなければならない。

〔解 説〕

計画にあたって特に重要なこととして以下のことがあげられる。

- (1) 施設の規模や管理体制、操作規則等を事前に検討し、計画に反映させる。
- (2) 他の設備（受配電設備、情報処理装置等）との取り合いを十分考慮する。
- (3) 遠隔化システムの導入にあたっては、システムの規模や運用管理体制に応じて構築する。
- (4) 遠方監視制御盤等への信号の伝送を光ファイバーケーブルで行う場合は、接続機器等について「電気通信編」を参考に整合をはかること。
- (5) 操作及び保守管理しやすい設備になるよう留意する。
- (6) 操作制御設備の計画・設計にあたっては、「ダム・堰施設技術基準(案)」基準解説編第6章電気・制御設備(P191～197)、マニュアル編 電気制御設備設計マニュアル(P627～695)並びに「水門・樋門ゲート設計要領(案)」第5章電気・制御設備の設計(P259～295)に詳述されているので参照のこと。

1-2 設置場所

設備機器の設置場所の選定に当たっては環境条件、管理の利便を十分考慮しなければならない。

〔解 説〕

- (1) 設置場所に関して特に考慮すべき点として以下のことがあげられる。
 - (a) 堤内側に電気設備を設置する場合、内水の氾濫により冠水しない高さに設置する。
 - (b) 保守管理しやすい位置に機器を設置する。
 - (c) 保守管理のための十分なスペースをとる。
- (2) 環境条件に対する対応として注意すべきものとして以下のことがあげられる。
 - (a) 寒冷地対策
 - (b) 湿度対策
 - (c) 高温・直射日光対策

特に PLC などの通信制御機器への影響が懸念される場合には遮へい板やクーラーなどの設置を検討する。

1-3 雷 対 策

操作制御設備は直雷、誘導雷何れの雷害に対しても十分に保護されていなければならない。

〔解 説〕

最近、制御設備に電子機器が使用されることが多くなってきており、設備の信頼性を維持するため雷対策が重要である。

雷対策として次のような方法がある。詳細については「雷害対策設計施工要領(案)・同解説」を参照のこと。

(1) 避雷器の適正配置

(2) 耐雷トランスの設置

耐雷トランスを設置する場合は、目視により故障が判断できるものが望ましい。

(3) 光ファイバーケーブルの利用

(4) シールド線の使用

(5) 適切な接地の施工

(6) 配線の分離施工

1-4 耐震対策

操作制御設備は設備の地震後にもその設備の機能を維持できるような対策が施されたものでなければならない。

〔解説〕

耐震対策として種々の方法が考えられるが一般にとられているのは以下のものである。

(1) 機器設備の構造体への固定

(2) 支持ボルトの構造体への確実な埋込み

(3) 固有振動数の異なるものの接続方法

(4) 設備機器の鉛直方向の支持のみでなく、横振れ防止のための措置

(5) 盤内部品（特に重量が大きいもの）の構造フレームへの固定及び扉部の施錠等による固定

(6) 蓄電池設備の電槽の横への移動の規制および飛出し防止

(7) ケーブルラックの落下防止

(8) 照明設備の落下防止

なお、耐震設計の考え方、施工方法については、「新耐震設計法」（1980年7月建築基準法施工令の改正）「建築設備耐震設計・施工指針」（1982年日本建築センター）「自家発電設備耐震設計のガイドライン」（1981年社日本内燃発電設備協会）等が参考となる。

参 考

2. 阪神・淡路大震災以降、電気設備等に関連する耐震設計の基準類では地震時の水平入力加速度（地盤から建築物1階へ加わる水平方向の加速度）を0.3Gから0.4G（Gは重力加速度）に改正している。

なお、耐震設計の考え方、施工方法については、次の文献等が参考になる。

(1) 「新耐震設計法(1980年7月建築基準法施工令の改正)」

(2) 「建築設備耐震設計・施工指針(1997年(財)日本建築センター)」

(3) 「官庁施設の総合耐震診断・改修基準及び同解説(平成8年(財)建築保全センター)」

(4) 「電気通信設備工事共通仕様書(国土交通省大臣官房技術調査課電気通信室)」

出典：〔参考〕

ダム・堰施設技術基準

(案) (基準解説編)

(平成23年度版)

(H23.7) P196

2. 設計一般（標準）

2-1 操作制御方式

操作制御方式は水門扉の規模、設置目的、管理体制等を検討の上決定しなければならない。

2-2 機器の配置

操作制御機器は操作の利便性は勿論将来の維持管理をも考慮して決定しなければならない。

〔解説〕

機器の配置を計画するにあたっては次のことを考慮するものとする。

- (1) 設備機器の前後、左右のスペースおよび設備機器に至るまでの通路の確保
- (2) 点検整備作業に必要なスペースの確保
- (3) 配電路のための必要なスペースの確保
- (4) 操作場所と監視を必要とする設備との位置関係
- (5) 法的に定められている隔離の確保

2-3 計測及び関連機器

計測及び関連機器の設計は水門扉を安全確実に操作できるものでなければならない。

〔解説〕

- (1) 計測及び関連機器としては、水位計、流量計、流向計、開度計等がある。
- (2) 設計に先立って計測装置の設置目的、重要度、設置条件、必要精度等を事前に調査検討しておく必要がある。
- (3) 河川管理上、重要な水位計については欠測等が生じないように考慮しなければならない。
- (4) 重要な計測装置の電源については、停電等による欠測をさけるため、無停電電源装置により給電する必要がある。
- (5) 水位計は一般に構造が簡単で堅牢なフロート式、圧力式水位計が多く用いられている。
- (6) 水位計の設置位置は流水の影響を受けない場所とする。
- (7) 寒冷地においては、凍結防止策をとる必要がある。
- (8) 計測設備に関しては、「ダム・堰施設技術基準(案)」6. 計測設備 (P678～695)に各形式比較を添えて記載されている。また、「水門・樋門ゲート設計要領(案)」5-5. 計測設備 (P292)に詳述されているので参照のこと。

3. 操作制御盤（標準）

3-1 操作制御盤の形式

操作制御盤の形式は、設置目的、用途に応じたものでなければならない。

〔解説〕

(1) 操作盤の形式は下記を標準とする。

機側操作盤	スタンド形又は閉鎖自立形
遠方監視操作盤	閉鎖自立形、コントロールデスク形又はベンチ形
補助継電器盤	閉鎖自立形
補機盤	閉鎖自立形

(2) 操作盤の盤面には、監視機器及び操作スイッチを設ける。

(3) 機側操作盤には配線用遮断器、電磁接触器及び必要な保護継電器類を設ける。

(4) 機側操作盤には原則としてスペースヒータを設けるとともに、電動機負荷に対して進相コンデンサを設ける。

(5) 機側操作盤の制御部は有接点リレーやプログラマブル・コントローラ（PLC）により構成する。

(6) 機側操作盤の仕様は屋外形仕様とし、設置場所、気象条件等に十分対応できるもので、その構造はスタンド形又は閉鎖自立形とする。なお、操作台上屋を設ける場合でも操作室は構造上開口部があり、風雨、塵埃等が侵入するため屋外形仕様とすることが望ましい。

(7) 遠方監視操作盤には対象となるゲート毎に操作開閉器及び非常停止開閉器を設けるものとする。また、誤操作防止のために、表示と操作スイッチの配置を適切に行うとともに、操作は二挙動以上となるようにする。

(8) 遠方監視操作盤は必要に応じて監視盤とに分割して設置する場合がある。

(9) 補助継電器盤等は設備の規模により決定する。

(10) 盤には非照光式名称名板を設けるとともに、必要に応じて電源表示灯を設ける。

(11) 屋外に設置する機側操作盤は施錠付とし、前面扉を閉めた状態で各種表示が確認できるものとする。

(12) 機側操作盤にはゲート等毎に状態表示器、故障表示器、操作開閉器、切替開閉器（遠方操作を行う場合のみ）、非常停止開閉器を設け、電流計は電動機毎（予備動力用電動機を除く）に設ける。なお操作は一挙動操作方式とする。

(13) 機側操作盤に設ける計器、表示器、開閉器等は、操作順序等を考慮して誤操作の生じにくいように整然と配慮する。

遠方監視操作盤には対象となるゲート等毎に、開度計、状態表示器、故障表示器を設け、それぞれ系統、操作順序等を配慮して誤操作の生じにくいよう整然と配置する。グラフィック表示を行う場合は特別な場合を除き、アクリル板製シンボル貼付方式を原則とする。

(14) 操作盤の状態表示は、「水門・樋門ゲート設計要領(案)」5-4-6表示および警報(P272～273)、「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-3-10-6表示および警報(P188～191)、「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」3-10-6表示および警報(P306～309)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」5-4-6表示および警報(P213)に詳述されているので参照のこと。(11)(10)

なお、照光表示部の明るさは操作盤の設置環境に対応した明瞭度の高いものでなければならない。

(15) 故障表示は次によるものとする。

(a)故障表示は必要に応じて重故障、軽故障に分類し、重故障は警報（ベル）と同時にランプ表示を行い非常停止させ、軽故障は警報ブザーと同時にランプ表示を行う。

なお、ベル、ブザーは、警報時間の設定を調節できるものとする。

(b)故障表示は特記仕様書に明示された場合を除き、遠方操作盤では、故障表示回路のリセットが不可能なものとする。ただし警報（ブザー等）のみは遠方でも停止可能とする。

(c)故障表示は、「水門・樋門ゲート設計要領(案)」5-4-6表示および警報(P272～273)、「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-3-10-6表示および警報(P188～191)、「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」3-10-6表示および警報(P306～309)、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」5-4-6表示および警報(P213)を参照のこと。

(16) 発電設備の故障表示項目は、「ダム・堰施設技術基準(案)」3-6 発電機盤(P653～654)を参照のこと。

3-2 予備発電設備

水門設備に設置する予備発電設備は、耐久性に優れ、商用電源停電時に必要な電力が確実に供給できるものとする。

〔解説〕

(1) 発電設備は商用電源の確保が困難な場合の主電源又は予備電源として設けるもので、ゲートの運転不能を避ける（制御または、保安用電源の確保を含める）ことを目的とするので、その目的から耐久性と信頼性（①故障が少ないこと、②安定した運転が可能なこと等）が要求される。

(2) 発電設備の容量は設備の運転や維持管理等の各機器の運転の組合せ状態を想定して、負荷の種類、台数、特性等を検討のうえ決定する。

(3) 燃料貯油量は、常用電源の信頼度、設置場所、燃料補給の難易度を考慮し決定する必要があるが、管理施設の附属施設は原則として72時間連続運転可能な容量とする。ただし、小規模な樋門または小規模な施設においては、この限りではない。

(4) 予備発電設備の計画・容量の算出は、「ダム・堰施設技術基準(案)」3. 予備発電設備(P635～655)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」5-3 予備発電設備(P265～267)に詳述されているので参照のこと。

4. 遠隔化システムの導入（標準）

4-1 遠隔化導入の目的

水門・樋門・樋管の遠隔化により、施設情報の集中化を図り、合理的な運用および維持管理を行うことを目的とする。

〔解説〕

(1) 遠隔化することにより、洪水時初期対応の充実、異常時の後方支援、施設の計画運用、情報管理の効率化および運転操作の省力化を図ることを目的とする。

(2) 遠隔化にあたっては、信頼性・安全性が高く、運用・維持管理の容易なシステムとする。

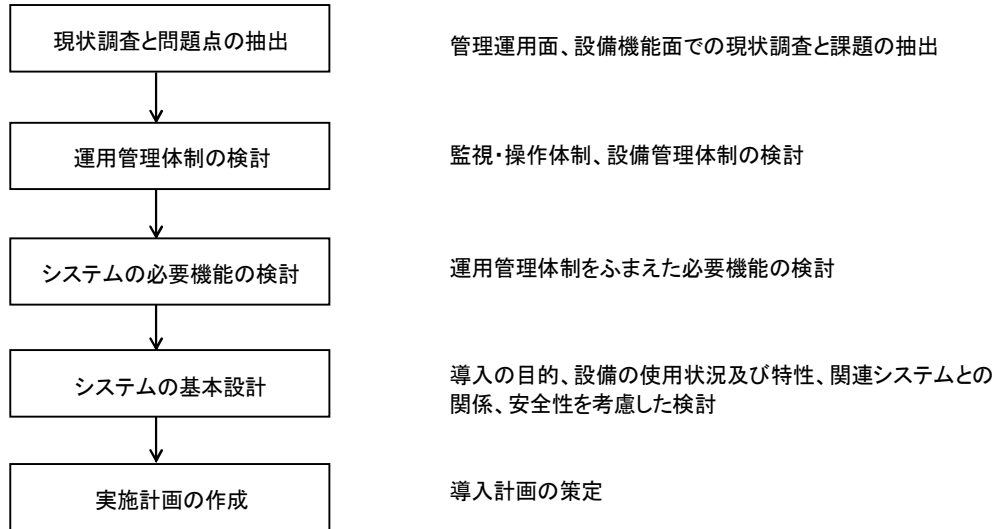
(3) 建設CALSを考慮したシステムとする。

4-2 遠隔化システムの基本計画

遠隔化システムの基本計画は、システムの規模や運用管理体制に応じて構築する。

〔解説〕

- (1) 遠隔化システムの計画・設計にあたっては、運用体制を考慮し、信頼性、安全性が高いこと、操作性、耐久性、経済性に優れていること。緊急時の対応や維持管理が容易であることを基本的な要件とする。
- (2) 遠隔化システムの全体構成、設備仕様を設計する際には、以下に示す基本的な項目を検討するものとする。



遠隔化システムの計画・設計にあたっては、樋門等の遠隔操作・監視システムのガイドライン(案)（平成15年11月17日付事務連絡河川局都市河川室長より河川部長あて）を参考に行うものとする。

第6節 附属設備（標準）

1. 管理橋・階段・手摺・防護柵

水門扉には操作、保守管理のため必要に応じ 管理橋・階段・手摺・防護柵等を設置する。

〔解説〕

(1) 管理橋・階段・手摺・防護柵等は、いずれも治水上悪影響を及ぼす構造のものであってはならない。

また、維持管理時の使用にあたって、安全に配慮した構造とする。

(2) 「ダム・堰施設技術基準(案)」および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」では操作橋と称しているが、本便覧では、人道橋を対象としているため、管理橋と称す。

(3) 管理橋・階段・手摺・防護柵等は、再塗装が困難とされる場所に設置される場合が多いことから、溶融亜鉛メッキを施すことを原則とする。但し、大気中の使用に限定する。

溶融亜鉛メッキは現場施工ができないため、現場接合は溶接をさけボルト接合とするなど施工上の留意点を配慮した設計計画が必要である。

「ダム・堰施設技術基準(案)」防食マニュアル 2-3 溶融亜鉛めっき (P749～750)、「水門・樋門ゲート設計要領(案)」2-14-3 溶融亜鉛メッキ (P83)を参照のこと。

(4) 管理橋・階段・手摺・防護柵等に関する設計手順、要領等は、「ダム・堰施設技術基準(案)」第4章付属施設の設計 (P143～149) . 同 4-3 操作橋 (P574～580)、同 4-5 手摺、階段、防護柵 (P591～595)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」第6章付属設備の設計 (P297～319)を参照のこと。

2. 開閉装置室

(1) 開閉装置室の構造は、据付時および点検・整備時における各機器の搬入、搬出を考慮する。

(2) 開閉装置室の大きさは、開閉装置、開閉用動力設備、操作盤等の配置並びにこれらの操作・点検・整備・取替え作業等のスペースを考慮して決定する。

〔解説〕

開閉装置室に関する設計手順、要領等は、「ダム・堰施設技術基準(案)」第4章付属施設の設計 (P143～149) . 同 4-4 開閉装置室 (P580～590)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」6-3-3 開閉装置室 (P320～323)を参照のこと。

暴風雨時にはガラリ、サッシなどから雨が吹き込むことがあるため、雨水の浸入について考慮した配置、構造とする。

3. スクリーン

スクリーンおよびその支持構造物は、塵芥の量などを考慮して定められた荷重に耐え得る構造とする。

〔解説〕

スクリーンに関する設計手順、要領等は、「ダム・堰施設技術基準(案)」第4章付属施設の

設計(P143～149). 同 4-1 スクリーン(P561～568)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」
6-3-4 スクリーン(P324～325)を参照のこと。

4. 銘板

水門・樋門等ゲート設備には、その名称、純径間、扉高、門数、主要部の材質、開閉速度、扉体自重、製作年月、製作者名を記載した銘板を設けるものとする。

〔解説〕

水門扉には、将来の補修、改造等に備えて扉体、開閉装置及び操作橋の適切な位置に、所定の事項を記載した銘板を設けるものとする。

銘板の材質は耐久性の高いものを使用する。

銘板の大きさは、幅 250～400 mm×長さ 400～600 mm程度の実績が多い。

5. その他

河川用水門施設の操作及び維持管理上必要な附属設備の内、水門扉に附属する装置として次のようなものがある。

- (1) 凍結防止装置
- (2) 給油装置
- (3) 補修、点検装置
- (4) 排砂、排泥装置

〔解説〕

(1) 凍結防止装置は、「ダム・堰施設技術基準(案)」2-17-2 凍結防止装置(P497～499)を参照のこと。

(2) 給油装置は、「ダム・堰施設技術基準(案)」3-3-6 潤滑(P132～135)および「水門・樋門ゲート設計要領(案)」3-1-9 潤滑(P126～127)、同 4-4 潤滑および給油(P254～258)を参照のこと。

(3) 補修・点検要領は、「ダム・堰施設技術基準(案)」2-17-3 点検・整備設備(P499～500)を参照のこと。

(4) 排砂・排泥装置は、「ダム・堰施設技術基準(案)」2-17-4 排砂・排泥装置(P501～502)を参照のこと。

第7節 修繕工事への対応（参考）

1. ゲート設備修繕(更新)計画

設備の修繕には、部品の交換等で設備システムへの影響の無い小規模な修繕と、主要構成機器の更新等で設備システムに影響を与える大規模な修繕がある。

いずれの修繕方法を取るかは、緊急性、予算面を踏まえ、以下に示すような要求事項を整理することで修繕の位置づけ、どの準拠基準を適用すべきかが明確になる。

また、土木関連構造物へ影響が懸念される修繕の場合、どこまでを対象設計業務の範囲とするかを明確にしておく必要がある。

(1) 修繕の目的

老朽化等による機能低下（過去の故障・修繕履歴）、要求機能アップ等

(2) 修繕の目標

今後の供用期間、他要因での改修計画を踏まえた修繕目標

(3) 既施設の経過年数、土木関連構造物も含めた施設全体の健全度評価

(4) 施設目的に適合した信頼性の確保（施設の種別、規模、地域性）

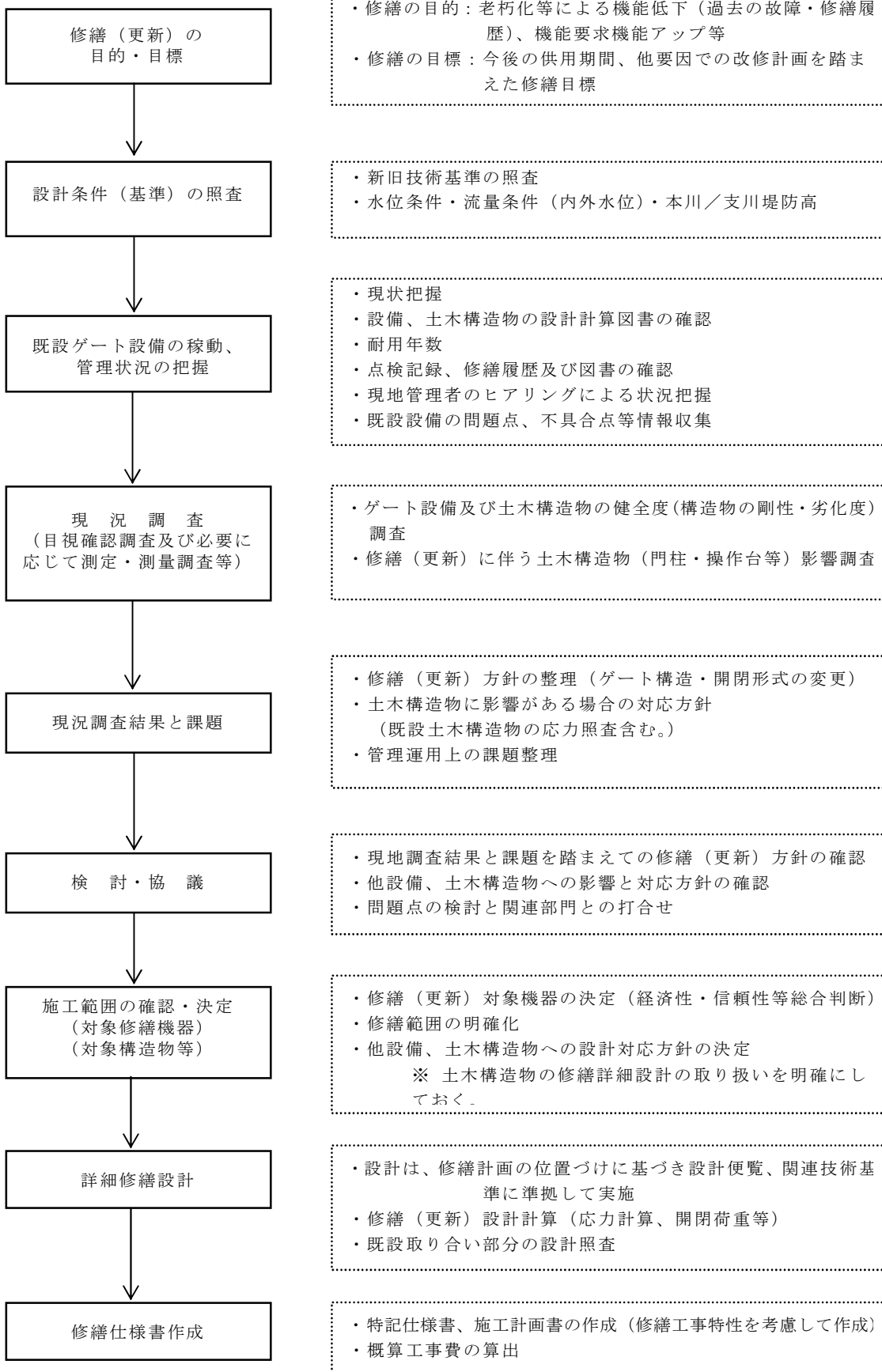
(5) 手戻りの無い修繕計画

(6) 費用対効果（経済性）

（次頁に、ゲート設備修繕(更新)計画検討フロー図を示す）

2. ゲート設備修繕(更新)計画検討フロー図

ゲート設備の修繕(更新)時の業務手順フロー例を示す。



第8節 設計資料

1. 運転支援装置

(1) タッチパネル式操作支援システムの水門設備への導入目的

樋門・樋管は本川側の水位が上昇し支川側の水位を上回った時点で、速やかに閉塞し堤内地を規則外水から守らなければならない。

これらの樋門・樋管は、現場操作員（委託人）が現地に赴き、手動もしくは動力により操作を行っているが、近年における地方の過疎化や就労者の高齢化に伴い、樋門・樋管の操作員も高齢化し、要員の確保についても困難な状況が発生している。タッチパネル操作支援システムは、このような熟練操作員の減少化と高齢化およびゲート設備の複雑化に対し画面を見ながら対話式の操作手順に従いゲートを操作すれば、間違いなく操作できるシステムである。

ゲート設備の操作に不慣れな操作員が習得しておくべき事項を盛り込んだガイダンス機能により確実、的確に行うことができる。

(2) タッチパネル式操作盤の機能

(1) 操作・モニタリング機能

- ・ 開閉装置の開閉操作
- ・ 開閉装置の運転支援
- ・ 水位のトレンドグラフ
- ・ 水位記録

(2) 故障診断機能

- ・ 故障状態の表示
- ・ 故障診断
- ・ 故障履歴

(3) ガイダンス・記録機能

- ・ タイトル表示
- ・ 開閉装置の操作手順
- ・ 故障復帰方法
- ・ 運転、故障記録
- ・ 点検記録

(3) 予想される効果

- (1) 操作面がタッチパネルだけであり標準化と省スペース化が図れる。
- (2) ゲート、水位の状態をリアルタイムに監視できるため操作性が向上する。
- (3) 運転と故障の履歴を自動的に記録できるため省力化が図れる。
- (4) 操作がCRTによる対話式であり簡単操作が図れる。
- (5) 故障時、予想される原因と復帰方法を表示するため、素早いトラブル対応ができる。
- (6) 点検記録により、点検の合理化が図れる。

運転支援装置は、「水門・樋門ゲート設計要領(案)」5-6 ゲート運転支援システム(P293～295)、「ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)」2-3-11 ゲート運転支援システム(P222～224)、「ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)」3-11 ゲート運転支援システム(P346～349)に記載されているので参照のこと。

2. ソーラシステム

(1) 一般

- 1) ソーラシステムは、ソーラバッテリー電源設備、開閉装置用モータおよび制御装置で構成されるものである。

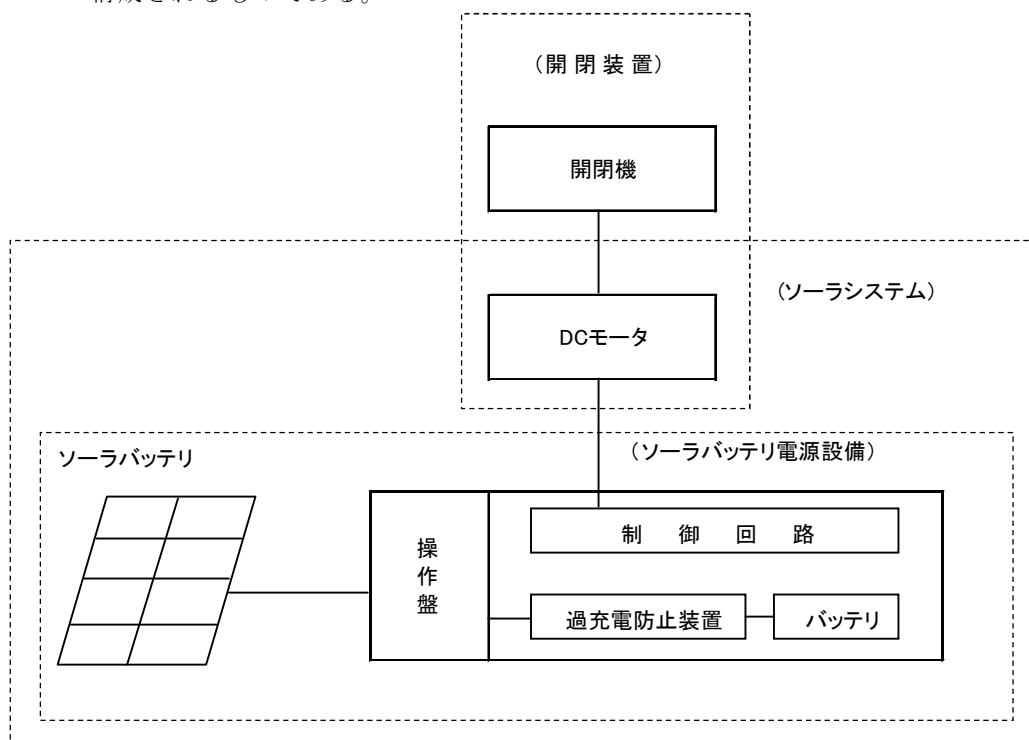


図 1 - 8 - 1 ソーラシステムの概念図

- 2) 樋門・樋管は洪水時等の危険な時あるいは強風雨等気象条件の悪い時に操作することが多いため、安全で容易に操作できることが重要である。

この観点から、水門扉の開閉用動力は原則として電動機とし、動力用電源は商用電源とする。

ただし、商用電源が得にくい等の条件のある場合には、樋門用開閉装置にソーラシステムを用いることによって操作性および操作の信頼性の向上を図ることができる。