

建設省河川局開発課監修

選択取水設備設計要領(案)

同解説

昭和 62 年 9 月

財団法人 國土開發技術研究センター

まえがき

ダムは、洪水調節、あるいは都市用水、かんがい用水、発電等の水資源開発の目的で河川を横断して構築される大規模な河川工作物であり、これらの諸目的のために制水、取水、放流等の流量制御を的確に果たすことを使命とする重要構造物である。

近年、冷濁水問題の対応策として、選択取水設備は、多くのダムに設置されている。

選択取水設備に関する技術基準としては、河川管理施設等構造令、および同施行規則並びに河川砂防技術基準（案）があるが、それらは、いずれも大綱についてのみ規定している。そのため実際の設計にあたって遭遇する詳細な部分については、設計者個人の判断に委ねられている部分も少なくなく、水門鉄管技術基準（（社）水門鉄管協会）等を参考にして従来の実例を踏まえて設計されており、細部にわたる統一的な技術基準の策定が望まれていた。

この様な状況から、建設省河川局では、昭和58年度から昭和60年度まで、土木研究所、地方建設局等の協力により、選択取水設備の設計について多くの調査及び検討を行った。さらに、昭和60年度に、学識経験者等で構成する「選択取水設備の設計検討委員会」（委員長：村幸雄 明星大学教授）を（財）国土開発技術研究センターに設立し、その調査研究成果として「選択取水設備設計要領（案）」をとりまとめた。

本書は、上記の調査・研究の段階で収集整理された資料及び論議された内容のうち、特に技術的に重要なもののほか設計実務に役立つ手法、設計事例等を加えて解説したものである。本書が選択取水設備の設計に携わる技術者の座右の書として役立てば幸いである。

昭和62年9月

建設省河川局開発課課長

山 口 甚 郎

選択取水設備設計要領案目次

選択取水設備設計検討委員会

委員長	村	幸 雄	明星大学教授
委 員	中 川	博 次	京都大学教授
"	江 崎	一 博	群馬大学教授
"	萩 原	国 宏	東洋大学教授
"	豊 田	高 司	建設省河川局開発課開発調整官
"	藤 本	成 成	建設省土木研究所ダム部長
"	吉 岡	和 德	建設省九州地建竜門ダム工事事務所所長
幹 事	上 阪	恒 雄	建設省河川局開発課課長補佐
"	丸 岡	昇 昇	建設省河川局開発課課長補佐
"	北 河 原	徹 徹	建設省建設経済局建設機械課課長補佐
"	尾 作	悦 男	建設省土木研究所ダム計画官
"	藤 沢	侃 彦	建設省土木研究所ダム構造研究室長
"	高 須	修 二	建設省土木研究所ダム水工研究室長
"	加 藤	裕 一	建設省土木研究所水資源開発研究室長
"	直 江	延 明	建設省九州地建河川計画課課長
"	増 田	暁 範	建設省九州地建竜門ダム工事事務所調査設計課長
事務局	中 西	秩 秩	国土開発技術研究センター理事
"	山 岸	俊 之	国土開発技術研究センター調査一部部長
"	安 藤	信 夫	国土開発技術研究センター調査一部参事
"	川 村	昭 夫	国土開発技術研究センター調査一部参事

(委員会名簿は、61年3月現在)

1. 総 則	1
1. 1 適用範囲	1
1. 2 定 義	6
1. 3 準拠規定	6
2. 設計総論	7
2. 1 設計一般	7
2. 2 設置方式の選定	15
2. 3 設備構成	17
3. 設 計	26
3. 1 設計荷重	26
3. 1. 1 考慮する荷重	26
3. 1. 2 荷重の組合せ	33
3. 2 材 料	34
3. 3 許容応力度	36
3. 3. 1 許容応力度	36
3. 3. 2 開閉装置の安全率	40
3. 3. 3 軸受の許容面圧	41
3. 3. 4 許容たわみ度	41
3. 4 構造一般	42
3. 4. 1 設計フローチャート	42
3. 4. 2 設計要件	43
3. 4. 3 余裕厚および最小板厚	44
3. 4. 4 スキンプレート	44
3. 4. 5 桁	46
3. 4. 6 支承部	48
3. 4. 7 接 合	50
3. 4. 8 戸当り	51
3. 4. 9 水密構造	51
3. 4. 10 吞口構造	54
3. 5 直線型取水ゲートの設計	55
3. 5. 1 扉 体	55
3. 5. 2 戸当り	60

3.6	半円型取水ゲートの設計	63	3.1.1.3	保安ゲートの設計荷重等	112
3.6.1	扉 体	63	3.1.1.4	保安ゲートの作動水頭	112
3.6.2	戸当り	70	3.1.1.5	保安ゲートの開口断面	112
3.7	円型取水ゲートの設計	72	3.1.1.6	保安ゲートの構造	113
3.7.1	扉 体	72	3.1.2	下部ゲート	113
3.7.2	戸当り	78	3.1.2.1	下部ゲートの選定	113
3.7.3	フロート式	78	3.1.2.2	下部ゲートの設計荷重等	114
3.8	開閉装置の設計	80	3.1.2.3	下部ゲートの構造	114
3.8.1	開閉用動力及び電源	80	3.1.3	スクリーン	114
3.8.2	開閉装置の形式	80	3.1.4	操作制御設備	117
3.8.3	開閉速度	83	3.1.4.1	操作制御設備一般	117
3.8.4	開閉荷重	83	3.1.4.2	操作制御装置	118
3.8.5	機械効率及び摩擦係数	85	3.1.4.3	検出装置	121
3.8.6	動力の容量	86	4.	付属設備	126
3.8.7	制動装置	87	4.1	機械室	126
3.8.8	減速機	87	4.2	保守管理設備	126
3.8.9	設計トルク	88	4.2.1	保守管理設備の配置	127
3.8.10	ドラム及びシープ	88	4.2.2	保守管理設備の寸法	127
3.8.11	軸	91	4.2.3	保守管理設備の設計荷重等	128
3.8.12	歯 車	94	4.2.4	保守管理設備の構造	129
3.8.13	ワイヤロープ	97	4.3	凍結防止装置	130
3.8.14	開閉装置フレーム	99	4.4	その他付属設備	130
3.8.15	扉体吊上げ装置(リフティングビーム)	99	5.	塗装仕様	131
3.8.16	安全装置	100	6.	銘 板	132
3.8.17	開閉装置設置架台	102			
3.9	取水塔の設計	103			
3.9.1	斜橈型	103			
3.9.2	堤体設置型	103			
3.9.3	独立塔型	105			
3.10	制水ゲート	106			
3.10.1	制水ゲートの選定	106			
3.10.2	制水ゲートの設置位置	106			
3.10.3	制水ゲートの設計荷重等	107			
3.10.4	制水ゲートの構造	109			
3.11	保安ゲート	111			
3.11.1	保安ゲートの選定	111			
3.11.2	保安ゲートの設置位置	111			

1. 総則

1.1 適用範囲

この要領はダムに設置される多段式選択取水設備の計画設計に適用する。

〔解説〕

1. この要領が対象とするものは原則として河川管理施設等構造令第14条「ダムには河川の流水の正常な機能を維持するために必要な放流設備を設けるものとする。」の規定によって設置される選択取水設備とする。

即ち、ダムから直接取水され、河川へ放流されない設備は除外する。

河川の流水の正常な機能が維持されない場合とは洪水時の濁水が長期間放流される場合とか、従前の河川の流水に比して著しく低温である貯留水が放流される場合等であり、河川法第44条の「ダムは従前の河川の機能を維持しなければならない。」の趣旨に基づき低水時にこの種の河川の機能が損われないようにするための取水設備を設けるものとしている。（参考2の1～2参照）

2. 選択取水設備は次のように多段式とその他の形式に分けられるが、この要領では取水量、取水範囲が小さいその他の形式は除外し、比較的規模の大きい多段式選択取水設備を対象とする。（参考1参照）

- 1) 多段式
 - 直線型多段式
 - 半円型多段式
 - 円型多段式（機械式、フローティングタイプ）
- 2) その他
 - 多孔式
 - 複式
 - ヒンジパイプ式等

なお、多段式にはこの他に呑口が半円型で扉体が直線型の複合型があるが、これは水理的には半円型、構造的には直線型と考えてよい。

（参考1）

解説2.2であげたその他の形式は、主に農業用等の温水取水の目的で設置されるもので一般に取水量数 m^3/s 以下程度の範囲で用いられる。

多孔式：取水範囲内に標高を変えて複数の取水口を設け、任意の取水口を開けることにより選択取水を行う、各取水口にはスライドゲート又はバルブを設けるため水密性は高く漏水による放流水質への影響はないが、取水層は取水口のある位置に限定され、連続した表層取水等はできない。

取水量の範囲は実績では $15 m^3/s$ 程度まであるが一般には $5 m^3/s$ 以下が多い。

複式：多孔式の前面にもう一つ室を設け、その前面を移動するゲートによって表面取水効果をより確実にしたもので、ゲート室が2重になる為、土木構造は多孔式よりも複雑になる。取水性能は直線多段式に近いものになる。取水量は実績では $12 m^3/s$ 程度まであるが、一般的には $5 m^3/s$ 以下が多い。

ヒンジパイプ式：水位に追従するフロートとヒンジ式アームからなり、フロートの上下動に従いアームを屈伸させる機構となっている。

取水した水の導水部がヒンジ式アーム部となっている為、あまり大規模な取水設備にすると構造的に無理があり、取水量は実績では $4 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度まであるが、一般的には $2 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下が多い。

フロート及びアームにより、広い取水範囲で表面取水を有効に行う事が可能で、かんがい用等の温水取水に適している。

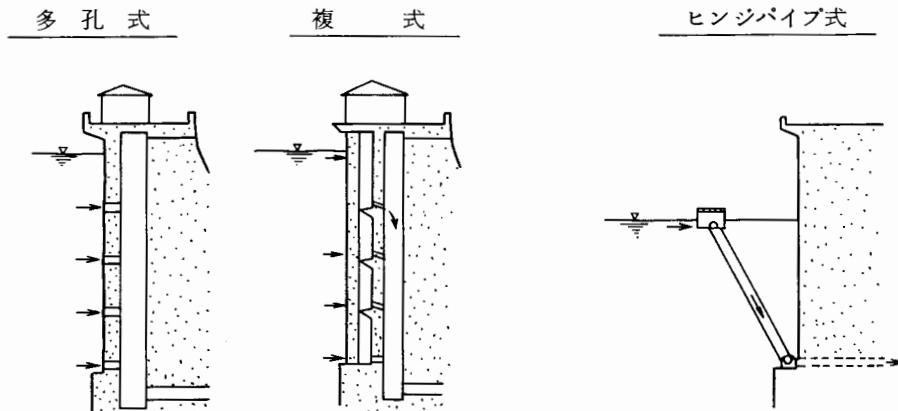


図 1.1.1 その他の形式の例

(参考 2)

1. 冷濁水問題の発生機構

ダム取水池築造に伴う下流河川での水質変化現象の主なものとしては、次の 2つがあげられる。

(1) 冷水現象

水温成層が形成されるダム貯水池では底層の水温がかなり低いため、取水口が下部に設けられている場合には下部の冷水を徐々に放流することになる。この放流水温が春から秋にかけてダム築造前の河川水温を下回る現象を冷水現象といい、貯水池が深く滞留時間が長い程その低下度合が大きくなる。

(2) 濁水現象

滞留時間の長い貯水池では洪水時に流入した濁水が長時間湖内に滞留し、それが洪水後徐々に放流されたため、放流水が長期間濁水化する。この洪水後放流濁度がダム築造前の河川濁度を長期間上回る現象を濁水現象といい、その程度は流域の崩壊状況、流入濁質の沈降性、洪水の生起特性（時期及び規模）、滞留時間、貯水池の成層特性、放流設備の配置標高等によって大きく異なる。

しかしながら、これら冷濁水現象が発生したとしても下流部での河川利用形態等の社会的状況下で問題であると認識されない限り問題となることはない。

これらが問題となり易いのは次のような水利用や水面利用等が行われている場合である。

・冷水現象 …… 農業、漁業

・濁水現象 …… 観光、レクリエーション、漁業、上工水

2. 冷濁水問題発生の判定

冷濁水現象の発生はダム貯水池の諸元、流域の自然条件、貯水池の運用特性、放流設備の配置標高等の要因が複雑に関連する現象であるため、これらを包含する統一的指標を見い出すのは困難であるが、概略的には回転率等による表 1-1-1 に示す成層形成判定指標を現象発生判定指標として、用いることができる。

即ち、成層が形成されない混合型の貯水池では水深方向に密度成層が形成されないので取水する層の選択ができないが、貯留水の入れかわりが早いので、通常は冷濁水現象が発生しない。

表 1.1.1 成層形成判定指標^{*1)}

成層特性	水理指標	α	α_7	F_D
成層が形成される可能性が十分ある	$\alpha \leq 10$	$\alpha \leq 10$	$\alpha_7 \leq 1$	$F_D \leq 0.01$
成層が形成される可能性がある程度ある	$10 < \alpha \leq 30$	$10 < \alpha \leq 30$	$1 < \alpha_7 \leq 5$	$0.01 < F_D \leq 0.05$
成層が形成される可能性がほとんどない	$\alpha > 30$	$\alpha > 30$	$\alpha_7 > 5$	$F_D > 0.05$

なお、表中の水理指標の定義は次の通りである。

また式中、密度分布が得られない場合には、近傍ダム等より推定するのが一般的である。

— 水理指標の定義 —

$$\alpha = \frac{Qc}{Vt} \quad \alpha_7 = \frac{Q7}{Vt}$$

$$F_D = \frac{LQ}{HVt} \sqrt{\left(\frac{P_0}{g}\right) / \left(-\frac{dP}{dz}\right)} = \frac{V}{\sqrt{gH}} \sqrt{\frac{P_0}{H} / \left(-\frac{dP}{dz}\right)}$$

L : 貯水池延長 (m) Vt : 総貯水容量 (m^3)

Q : 平均流入流量 (m^3/s) V : 貯水池平均流速 (m/s)

$Q7$: 7月の月間流入量 ($\text{m}^3/\text{月}$) g : 重力加速度 ($9.8 \text{ m}/\text{s}^2$)

Qc : 年間総流入量 ($\text{m}^3/\text{年}$) P_0 : 基準密度 (ton/m^3)

H : 貯水池平均水深 (m) $\left(-\frac{dP}{dz}\right)$: 平均密度勾配 ($\text{ton}/\text{m}^3/\text{m}$)

ただし、濁水現象については、水理指標により現象発生の恐れがあると判定されたとしても、その程度は流域から供給される濁質の特性によって大きく異なってくる。即ち、濁水の長期化の原因となるのは 10 数 μ 以下の微細シルト・粘土粒子でありその供給量とその沈降性が濁水現象に大きな影響を与える。

この沈降性に影響を与える因子は、濁質の粒度及び鉱物組成、荷電特性、pH 等であり、判定にあたってはこれらの特性も十分把握した上で行うものが望ましい。

*1) 国土開発技術研究センター 調査資料 昭和 54 年 3 月

このように冷渦水問題発生の判定はまず水理指標と河川の利用形態等を基に概略判定を行い、問題発生の恐れがある場合にはシミュレーション等による詳細検討を行うのが一般的である。これらの問題は選択取水のみによって必ずしも解決できるものではないが、適切な選択取水設備の設置とその運用により、障害の程度をかなり軽減させることができる。

3. 選択取水設備計画・設計の流れ

選択取水設備の計画から設計に到るまでの概略フローは一般に次図に示すように表わされる。

一般に選択取水設備の計画にあたってはそれをダム放流設備全体の配置計画の一部として考え、選択取水設備が最も有効に機能するよう設備の構成を考える必要があるが、ここではダム型式と洪水吐及び利水放流管の配置が既に決定されているという状況下でのフローとしてある。

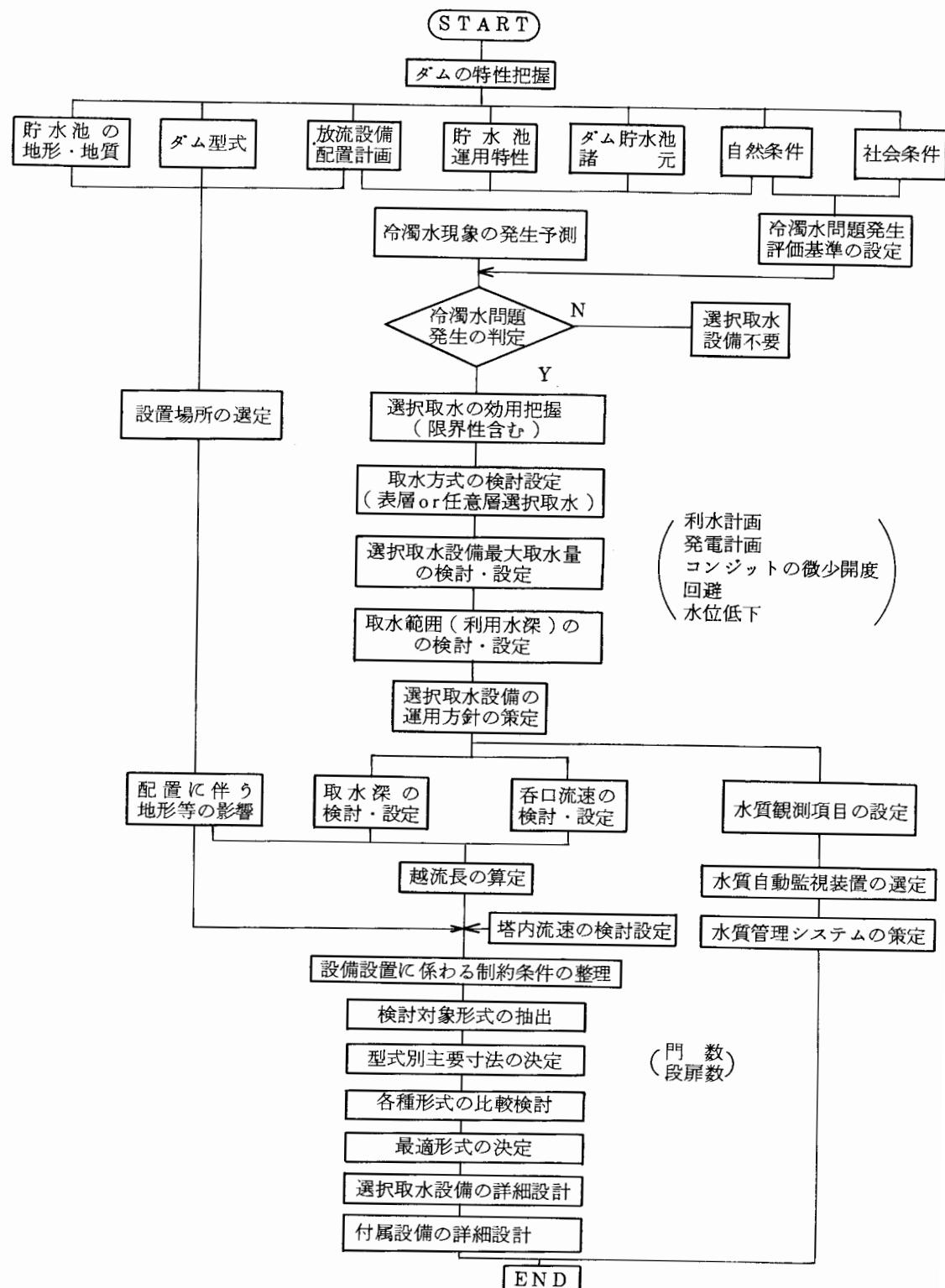


図 1.1.2 選択取水設備計画・設計全体フロー(案)

1.2 定義

選択取水設備とは密度（水温）によって成層化する貯水池で水深方向に取水する層を選択できる機能を具備した取水設備をいう。

〔解説〕

- 主に水温によって密度成層が形成される成層型貯水池では、水深方向に取水する層の選択ができる量と共に放流水の水質の制御が可能となる。この原理を冷水・濁水問題等に応用したものが選択取水設備である。
- 従来表面あるいは表層取水設備と呼ばれているものも、表面（表層）を選択して取水するという意味で選択取水設備として扱う。

1.3 準拠規定

この要領は、次のような諸法規、基準等に準拠する。

- 河川管理施設等構造令及び同施行規則
- 建設省河川砂防技術基準（案）
- 水門開閉装置技術基準・同解説
- 電気設備に関する技術基準を定める省令

〔解説〕

本要領は、ダムのゲートに関連する諸法規や基準は、できるだけ盛りこむよう配慮したが、本要領を使用するに当たっては、

- 河川管理施設等構造令及び施工規則
- 建設省河川砂防技術基準（案）
- 水門開閉装置技術基準・同解説
- 電気設備に関する技術基準を定める省令

等の諸法規、基準が優先するので、これらの諸法規と併せて使用することとされたい。また、関連するものとしては、水門鉄管技術基準、付解説（水門鉄管会）がある。

2. 設計総論

2.1 設計一般

選択取水設備は、設置目的に適合した形で所要の水質（水温、濁度等）の貯留水が取水できるものとしなければならない。

また選択取水設備は、貯水池の水位変動及び流量変動に応じて定められた層の貯留水を選択して取水できる構造とし、所要の取水機能を満足するものでなければならない。

〔解説〕

1. 選択取水設備の設置目的

選択取水設備の設置目的としては、冷水、濁水及び冷濁水対策等があるが、目的によって設備に求められる取水方式と取水機能（放流水質）が異なってくるから、下流での河川利用形態を十分調査して設置目的を明らかにしておく必要がある。

2. 設置目的と取水方式

一般的に採用されている選択取水設備の設置目的別取水方式は次の通りである。

1) 冷水対策

冷水放流を避けるために、原則として表層の温水を取水する。

ただし、熱量不足による息切れを防止する必要がある場合には温水層温存のため流入（ダム築造前）水温以下の放流水温となる任意層からの取水が採用される場合もある。

2) 濁水対策

洪水後いかに速やかに表層を清澄化させるかが重要となるため、洪水中濁水排除を行うための底層からの放流あるいは任意層（高濁度層）からの放流、そして洪水後表層の清澄水放流のための表層からの取水が必要となる。

（参考）

1. 息切れとは、表層からの貯留水の多量の補給の継続により表層の温水層が薄くなり、ついには混合取水の状態になってしまうことであり、下層の冷水をまき込んで取水することになるため放流水温が低下する現象をいう。

2. ここでいう底層とは、各種放流設備によって放流可能な最低標高付近の層をいい、下段扉又は全ゲートの巻き上げ、全ゲートの巻下げ、あるいは下部ゲートの巻き上げ等、取水位置を下げることによって底層取水が可能となる。

3. 取水機能

定められた取水方式毎に流入河川、貯水池及び下流河川の状況に応じて操作上の放流目標水質の設定を行い、その目標水質が取水できる取水性能と水密性を確保する必要がある。

この取水性能に影響を及ぼすのは取水量、取水深、呑口形状等であり、また漏水は濁水対策で最大取水量に比べ取水量が小さい場合には問題となり易い。

(参考)

密度勾配と取水量の関係がある限度以上になった場合や躍層厚に比べ相対的に取水深が大きい場合には、目標取水層以外の水をまき込んで取水してしまうことになる。

また、表層が澄んでいても下層がかなり濁っている場合には、少量の漏水でも混合後の放流水はかなり濁ってしまう。

4. 選択取水設備の最大取水量

選択取水設備の最大取水量は、利水計画における責任放流量の生起特性、選択取水の効果、他の放流設備との機能分担等を検討した上で決定する必要がある。なお、その最大取水量は、接続利水放流管の放流能力と必ずしも一致するものではない。

(参考)

一般に、水温に対する選択取水の効果が継続的に得られる取水量は、成層期の流入量に湛水面積 1 km²あたり数 m³/sec を加えた程度と考えられる。また選択取水設備の最大取水量は接続利水放流管の放流能力と必ずしも合わせる必要はなく、要求される機能に応じて小さくすることもできる。

5. 選択取水設備の取水範囲

取水範囲は利水利用水深とする場合が多いが、成層形成特性と水位変動特性との関係によっては必ずしも全範囲とする必要はないから、利水計画における貯水位～責任放流量生起特性を検討した上で決定する必要がある。

(参考)

水位低下が起こり易い時期が冬季等で成層が形成されていない時期であれば、選択取水効果が得られないから必ずしも最低水位までカバーする必要はない。

6. 運用方針と操作性

選択取水設備が所定の効果を得るために運用方針を作成すると共に、その運用方針に対応できる操作性を確保する必要がある。

この運用方針作成にあたっては、選択取水の必要な時期、ダム下流の状況、選択取水効果の限界性、密度躍層形成までの所要時間、他の放流設備の運用との関係を十分考慮するのが望ましい。

(参考)

取水方式として、底層取水が必要な場合には、下段扉又は全ゲートの巻き上げ、全ゲート巻下げ、下部ゲートの巻上げそしてフロート充水等による取水方法が採用されているが、その場合の操作性にも留意する必要がある。

7. ゲート基本諸元

(1) 門 数

单一目的に対する選択取水設備の門数は最大取水量に対して構造上の制約から 1 門あたりの最大取水量を検討して決定する。また冬季の塗装等が困難で、選択取水設備の運用との関係から適当な塗装時期が確保できない場合には複数門の採用も考慮する必要がある。

(参考)

電力事業を主体としたダムを除いた場合の 1 門あたりの最大取水量が大きい事例は次の通りであり、直線型に複数門が多くみられる。

項目形式	ダム名	門 数	1 門あたり最大取水量 (m ³ /s 1 門)	合計最大取水量 (m ³ /s)
直 線	岩 屋	4	83.4	335.0
	九 頭 竜	4	66.5	266.0
	湯 原	1	45.0	同 左
	御 所	3	20.0	60.0
半 円	藤 原	1	100.0	同 左
	早 明 浦	1	65.0	"
	草 木	1	65.0	"
	横 山	2	64.5	129.0
円	松 原	1	85.0	同 左
	金 山	1	48.4	"
	岩 尾 内	1	35.0	"
	大 雪	1	31.2	"

(2) 吞口形状

呑口の形状が取水性能に影響を及ぼすとされており、必要に応じ呑口部に取水盆、取水蓋が設置される。
(概略形状は、2.3 設備構成参照)

1) 取水盆(ペルマウス)

上段扉最上部(呑口の下側)に、流入水の円滑化、水頭損失防止、下層水の巻込防止等のため設置されるもので、最近の設計例ではほとんどすべてに設置されており効果が確認されている。

2) 取水蓋

呑口の上側に、渦防止、空気混入防止等のため必要な場合に設置されるものであるが、最近の設計例では設置される場合が多くなっている。

(参考)

1. 取水盆は流線のはく離を防ぎ流心を極力上側にするためのもので、円、半円型では扉体と同じ形状となるが、直線型では扉体の大規模化を防ぐため扇型形状のものが設置される場合がある。(鹿ノ子、真名川ダム等)

2. 取水蓋は流入による水脈の乱れをおさえ、渦の発生及び空気混入を防止するためのもので整流板と呼ばれることがある。また直線型及び、半円型ゲートでは任意層からの取水が必要な場合には所要の効果を得るために取水蓋裏側(下流側)からの上層水の混入を防ぐ必要がある。(大町ダム等)

3. 取水盆、取水蓋の設置状況は次の通りである。

表2.1.1 水理諸元と取水盆、取水蓋の設置状況

項目 形式	ダム名	設置年	1門あたりの 最大取水量 (m ³ /s/1門)	取水深 (m)	呑口流速 (m/s)	塔内流速 (m/s)	取水盆	取水蓋
直線	鹿ノ子	S.57	12	1.5	1.0	2.0	有 (半円)	有 (半円)
	御所	S.54	20 (3門)	3.0	1.0	—	無	無
	大石	S.52	15	3.0	1.4	0.5	有	有
	真名川	S.52	17	2.7	1.2	0.7	有 (半円)	無
	寺内	S.52	8	1.5	1.8	—	無	無
半円	川治	S.56	30	3.0	1.6	2.0	有	有
	草木	S.51	65	4.0	1.3	2.0	有	有
	藤原	S.57	100	5.0	1.5	2.8	有	有
	下久保	S.52	12	2.0	0.6	2.0	有	無
	大町	S.59	25	3.0	1.0	2.0	有	有
円	白川	S.52	20	2.0	—	—	有	有
	大渡	S.56	20	2.0	0.6	5.7	有	有
	野村	S.56	12	2.0	0.5	5.0	有	有
	耶馬溪	S.59	8	1.5 ~ 2.5	0.4	4.0	有	有
	松原	S.58	85	2.0 ~ 4.0	1.0	5.0	有	有

(3) 呑口寸法

呑口寸法は次式によって決定されるため決定にあたっては取水深及び呑口流速の設定が必要となる。

$$\text{有効越流頂長} = \frac{\text{最大取水量}}{\text{取水深} \times \text{呑口流速}}$$

この取水深については成層形成特性と所要の取水性能を十分考慮して決定する必要があるが、場合によっては可変型の採用も有効である。

また、呑口流速は吸込み渦の発生防止、下層水の巻込防止及びスクリーンの振動防止の条件から1m/s程度とするのが多い。

この越流頂長が決まれば、呑口形状に応じて呑口の規模(幅 or 径)が定まる。

即ち、呑口が直線の場合には次式による。

$$\text{越流頂長} = \frac{\text{有効越流頂長}}{\pi/2}$$

円、半円の場合には次式によって算定する。

$$\text{呑口半径} = \frac{\text{最大取水量}}{\text{有効開口角} \times \text{取水深} \times \text{呑口流速}}$$

一般に有効開口角は半円で π 、円では 2π 程度であるが、堤体設置の円型の場合等配置によって小さくなる場合があるので注意を要する。

(参考)

取水深については、それが取水に伴う湖内の流動範囲(流動層厚)の $1/2 \sim 1/3$ 以下ならば、取水深や呑口流速の変化は流動層厚に大きな影響を及ぼさないという実験結果がある。一般には、この実験結果に基づき成層期の密度勾配及び取水量によって次式で算定される流動層厚 δ の $1/2 \sim 1/3$ で取水深が設定される場合が多い。

$$\delta = \left(\frac{Q_c}{G \cdot \theta \cdot \sqrt{g \cdot \epsilon}} \right)^{1/3}$$

ここに、 δ ：流動層厚(m)

Q_c ：取水量(m³/s)

G ：日野・大西の無次元数(表層では $G = 0.324$)

ϵ ：流動層厚程度の平均的な密度勾配(1/m)

θ ：有効流入角(直線型、半円： π 、円型： 2π ラジアン程度)

それ故、取水量が大きくなるにつれて取水深も大きくなっていくが、一般には、2~3mのものが多い。

(7(2)の表2.1.1参照)

(4) 取水塔内流水断面積

流水断面積は最大取水量と塔内流速から定められるが、塔内流速は塔内での負圧発生防止、振動発生防止、そして発電がある場合のエアハンマ防止、水頭損失防止等を考慮し、一般に2~5m/s程度で設計されている。

実績は、7(2)の表2.1.1に示した通りである。

(5) 扉体の配列と段扉数

扉体の配列には、下方に向って流水断面積が増加する漸拡型と減少する漸縮型があるが、その選定に当っては

- ①呑口部形状(規模)への影響
- ②保安点検時の扉体の取り外し法
- ③地震時の安定性
- ④塵芥や土砂堆積による扉体の下降阻害
- ⑤鋼重

等の事項を考慮する必要がある。

なお、円型取水ゲートでは、漸拡型が有利となる場合が多い。

又、取水ゲートの段扉数は

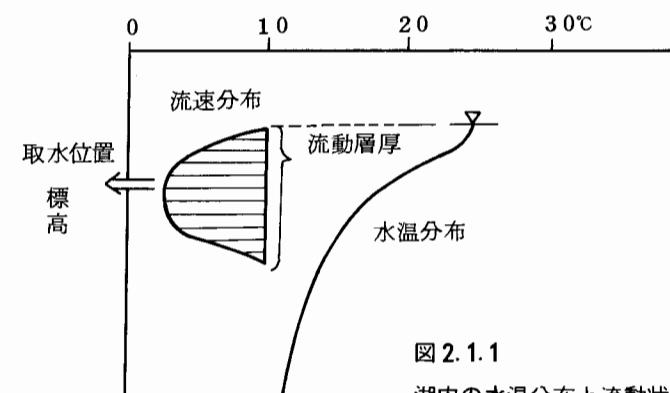


図2.1.1

湖内の水温分布と流動状況

- ① 取水範囲
- ② 取水範囲全域で選択取水を行う必要があるか否か
- ③ 取水深
- ④ 選択取水の最低水位と敷高との間の距離
- ⑤ 扉体長が点検場所を容易に確保できる長さである事
- ⑥ 扉体間の重なり代
- ⑦ 戸当りからの漏水（円型を除く）

等の事項を考慮し決定する。

段扉数は水密性や経済性の点で少ない方が有利であり、堆砂対策を兼ねてコンクリートの壁を立て（いわゆるアゴ付）段扉数の減少を図る事も考えられる。

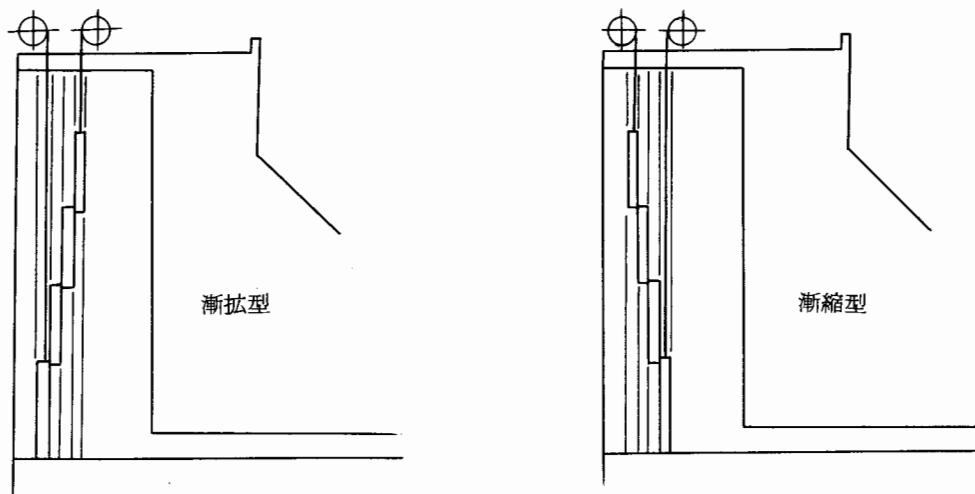


図 2.1.2 扉体の配列

(参考) 取水範囲と段扉数
既往施設の段数使用状況を図 2.1.3 に、又、取水範囲と段数との関係を図 2.1.4 示す。

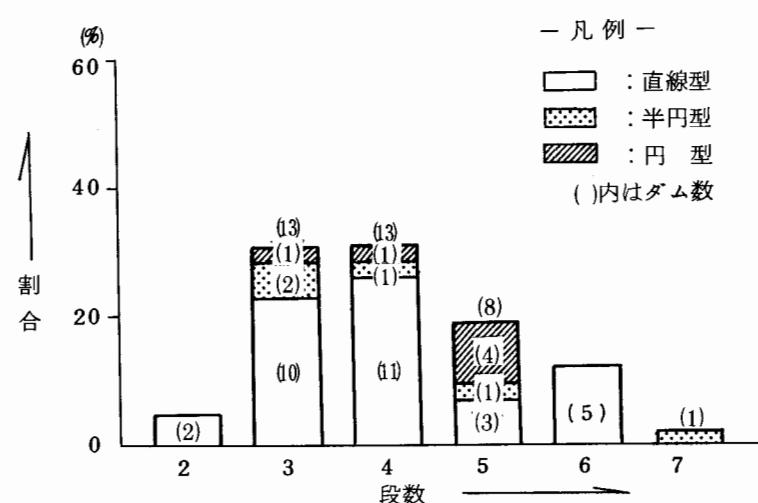


図 2.1.3 型式と段数

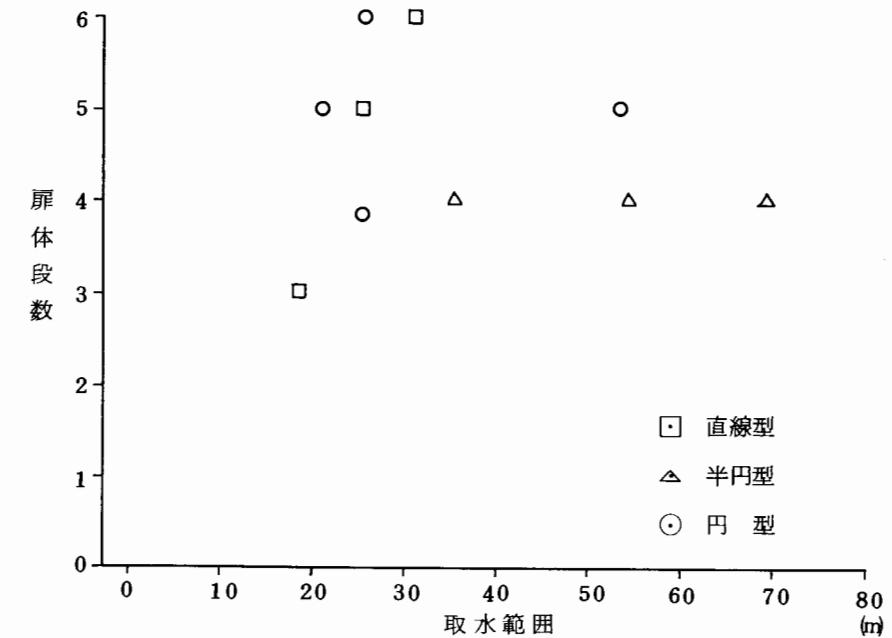


図 2.1.4 取水範囲と扉体段数

(6) 扉体規模

上記の(1)～(5)の各項目は、個々にきまるものではなく相互に影響しあうものであるので、扉体規模決定にあたっては、相互の関連を考慮して適切な扉体規模・形状となるよう留意しなければならない。

(7) 水密性

取水ゲートは製作・据付精度の点より、完全水密とする事が困難であるが、漏水により放流水の水質が悪化しない程度の水密性を確保するものとする。

水密性の良否による水質への影響は、冷水対策においては小さく、濁水対策で大きくあらわれる。特に濁水対策での小水量取水時においては漏水の影響が顕著にあらわれるので水密性の確保に注意が必要である。水密性の確保の容易さは、ゲート型式により異なり一般に

円型 > 直線型 ≥ 半円型

易

難

の順といわれている。

8. 維持管理

取水ゲートの保守点検を行う位置及び時期は、貯水池の運用計画等の制約となる事項を把握し、選定しなければならない。

又、取水ゲートは、保守点検を行いやすい構造とし、点検作業を行う場所は作業に支障のないよう十分な広さを確保する必要がある。

9. 型式別特性

選択取水ゲートの型式別特性は凡そ次の通りである。

直線型： 吞口部が鉛直となる従来の直線型では下層水の巻込みを起こし易いが、取水盆を設置する事に

よりこの欠点を防ぐ事ができ、他型式のゲートとほぼ同等の取水性能を持たせる事が可能である。水密性は戸溝部からの漏水防止が難しく完全水密は困難である。扉体は単純梁の組み合せであり、構造が簡単であるが、段扉数が増すと戸当りが各段扉毎に必要なため重量が大きくなる。扉体は塔内空虚を考慮すると構造が大きくなり不経済であるため、一般に3m以下の水頭で設計されているものが多い。この為不測の事態にそなえ保安ゲート等の扉体保護装置が必要である。

- 半円型**：取水性能は良好である。水密性は直線型同様、戸当り部の漏水防止が困難である。又、扉体の製作が加工精度の点で比較的難しい。
直線型と同様の理由により扉体保護装置が必要である。
円型：取水性能が優れ、水密性も戸溝がなく扉体間の水密を行うだけであるので水密が取り易い。又、強度的にも優れ、一般に取水範囲の全水圧に対して安全であるように設計するため保安ゲート等の扉体保護用の装置が省略できる。
 ただし、設置方式が堤体設置型の場合、円型としての良好な取水性能を保つには、堤体から取水ゲートの中心までの距離を取水盆径の1.5倍程度以上とする必要があり、この為取水塔の規模が、他のゲート型式に比し大きくなる。
 フローティングタイプはフロートの浮力で取水管全体を吊り下げているので、水位変化への追従に対しては無動力で人為的、電気的な操作を常時は必要としないが、フロートが大きく、取水塔規模が大きくなる欠点をもつ。

(参考)

取水設備の型式は一般に取水性能、水密性、扉体構造、土木構造、開閉装置及び操作性、維持管理、施工性、経済性等の項目を比較検討して選定するが、既往のダムでは取水機能（取水性能と水密性）と経済性を重視して選定した例が多い。

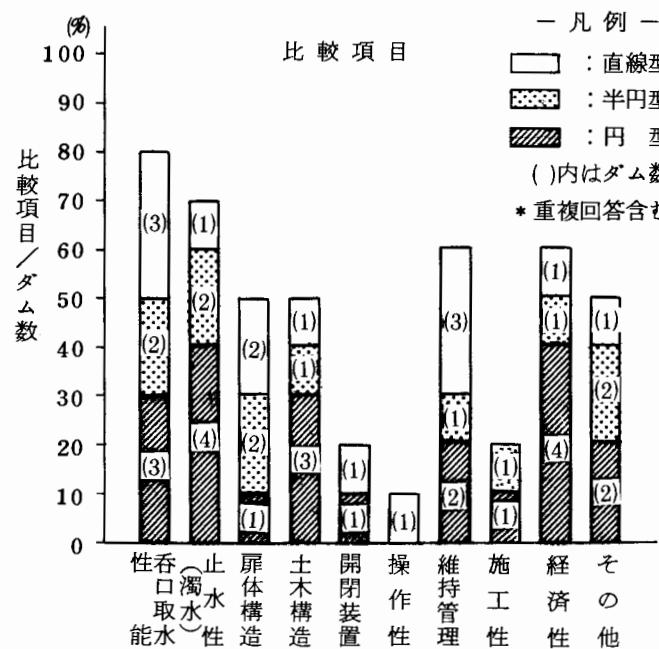


図2.1.5 型式選定比較項目

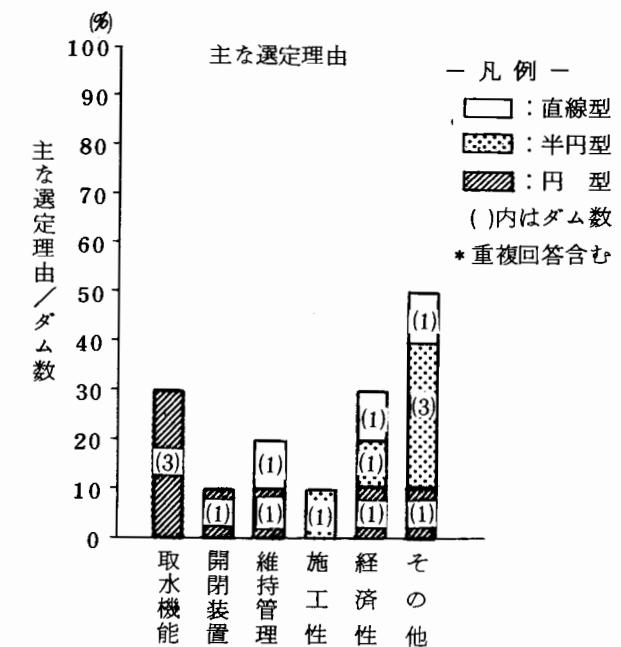


図2.1.6 型式選定理由

2.2 設置方式の選定

選択取水設備の設置方式は、ダムの型式、構造、貯水池内の地形、地質、取水性能への影響、低水放流管の配置計画、管理橋等の点検設備の配置、設備の規模、製作、輸送及び維持管理等を考慮して決定しなければならない。

[解説]

1. 設置方式の種類及び特徴

選択取水設備の設置方式には

- ① 堤体設置型：堤体により支持される取水設備
- ② 独立塔型：貯水池内に独立した塔を設ける取水設備
- ③ 斜樋型：地山に沿い斜めに取り付ける取水設備

の三種類があるが、これはダム型式と密接に関連して選定される。

重力式やアーチ式等のコンクリートダムにおいては、三型式とも用いられているが、ゲートの設置が容易に行えることより堤体設置型が最も多く用いられる。

フィルダムでは堤体部に設備を設けることができないため、独立塔型又は斜樋型を用いることとなるが、独立塔型は

- 堤体や地形により取水性能に影響を受ける恐れが少ない。

- ・堤体工事と別個に工事が行え、工程面での制約が少ない。
- ・堤体設置型に比し、塔部の構造が大規模となり基礎工が必要となる。
- ・長大な管理橋が必要となる場合がある。

又、斜樋型は

- ・構造的に安定である。
- ・独立塔型に比し、一般に工事費が小さくなる。
- ・設備の全長が長くなる。
- ・ゲートが降下できにくくなる。
- ・ワイヤーロープのたわみ対策が必要となる。

等の特性があるため、選定にあたっては十分検討しなければならない。

(参考)

設置方式は、既往の例では下図に示すように堤体設置型が最も多く用いられ、次いで独立塔型、斜樋型の順となっている。

又、これらの設置方式は、塔部の使用材料により細区分され、一般に取水ゲート型式と次のような組合せで用いられている。

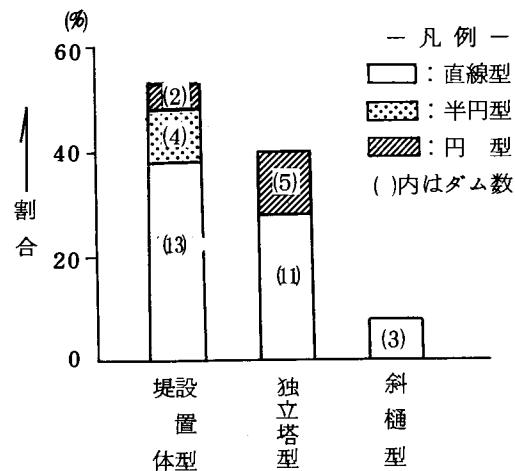
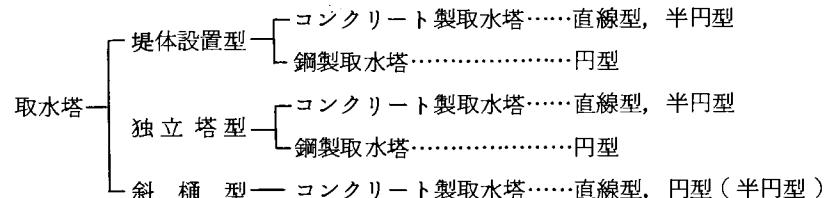


図 2.2.1 型式と設置方式



2. 設置場所

設置場所の選定に当たっては、貯水の平面的な流入範囲が広くとれるよう配慮することはもちろんのこと、そのほかに

堤体設置においては

- ・低水放流管の線形が無理のない形で配置できること。
- ・監査廊等の堤体内構造物や、クレーンやトレッスルの脚等の仮設構造物の配置

独立塔型においては

- ・支持力が十分とれ耐久性のある岩盤を基礎とできる所であること。
- ・放流トンネルまでの取付け部地山の地質が良好なこと。
- ・管理用橋梁が長大とならないような地形であること。

- ・道路が容易に取付けられること。

斜樋型においては

- ・地山の勾配があまり緩くないこと。
- ・地山の法面が貯水後も安定であること。
- ・道路が容易に取付けられること。

等について留意するとよい。

2.3 設備構成

本設計要領（案）における選択取水設備は、スクリーン、取水ゲート、取水塔、操作制御設備、保安ゲート、下部ゲート、制水ゲート及び付属設備より構成するものとし、管体類及び放流装置は含まない。

〔解説〕

1. 標準設備構成

選択取水設備の設備構成は、各ダムでの使用形態や設備型式の特性等により多少異なるが、本要領（案）では下表に示す設備構成を標準とする。

表 2.3.1 標準設備構成

設備項目 ゲート型式	スクリーン	取水ゲート	取水塔	操作制御設備	保安ゲート	下部ゲート	制水ゲート	付属設備
直線型多段式	○	○	○	○	○	△	○	△
半円型多段式	○	○	○	○	○	△	○	△
円型多段式 (機械式)	○	○	○	○	△	△	○	△
" (フローティングタイプ)	○	○	○	△	△	△	○	△

○：必ず設けるもの

△：必要に応じ設けるもの

（保安ゲートについては 23 頁参照）

なお、制水ゲートは低水放流管の保守点検の他に用いる設備であり、取水を行う設備としては不要であるが、開閉装置、戸当り等の設備配置への影響が大きいため、本要領（案）では構成要素として取り扱うものとした。

2. 設備の構成要素

取水設備の構成要素及びその名称は本要領（案）では次のように定義する。

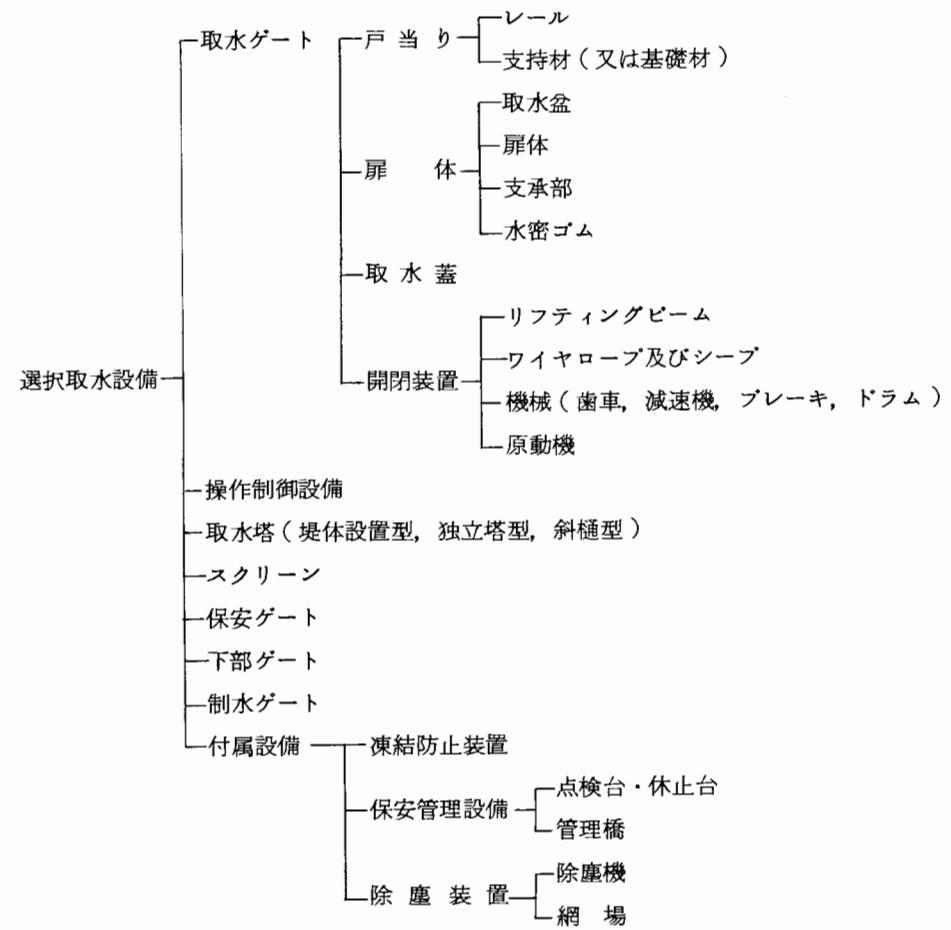


図 2.3.1 設備の構成要素

なお、本要領（案）の適用範囲より除外した管体類及び放流装置とは次のものを指す。

管体類： 低水放流管等

放流装置： 放流用主バルブ、副バルブ等

(参考) 型式別設備構成説明図

(1) 直線型多段式ゲート

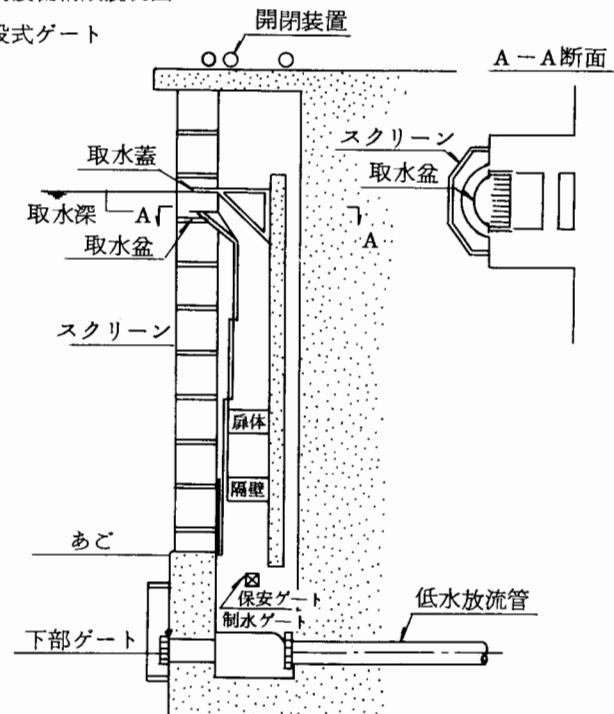


図 2.3.2 直線型多段式ゲート(例)

(2) 半円型多段式ゲート

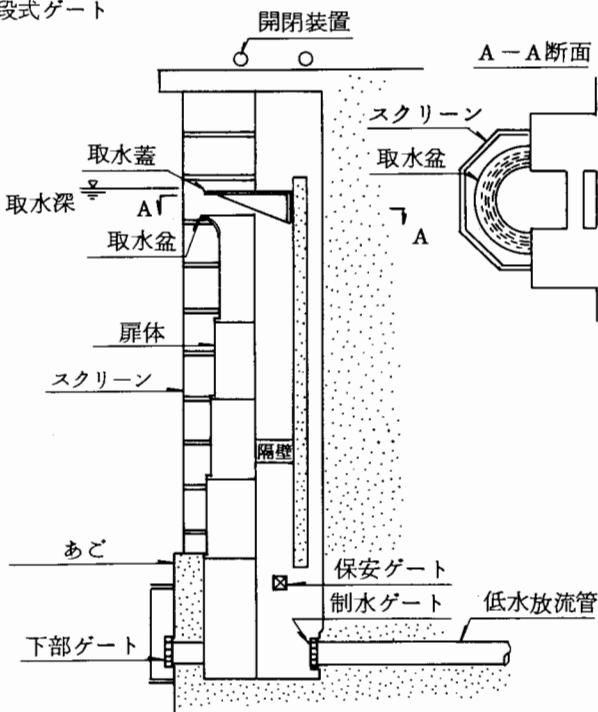


図 2.3.3 半円型多段式ゲート(例)

(3) 円型多段式ゲート

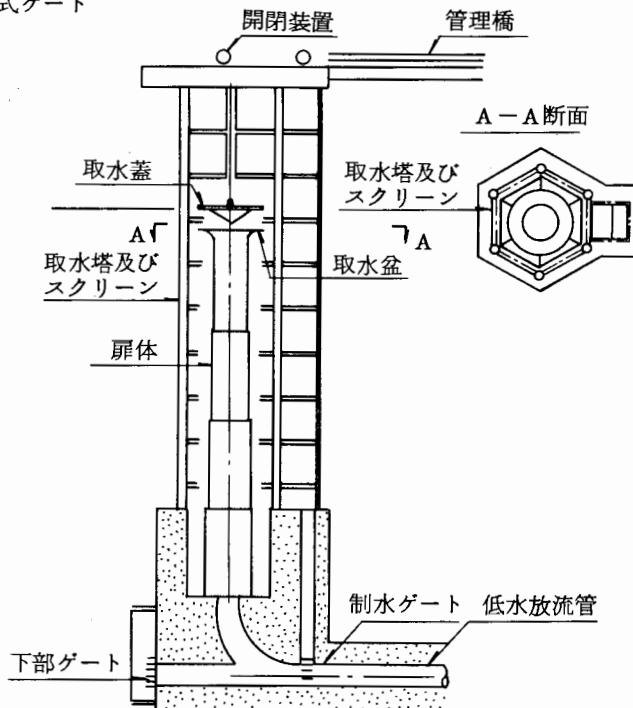


図 2.3.4 円型多段式ゲート(例)

3. 構成要素の概要

(1) スクリーン

選択取水設備には、流木や塵芥等が流入して取水ゲート、放流バルブ、水車等に損傷を与えるため、取水ゲートの作動に支障をきたす恐れがあるため、スクリーンを設けることとする。

スクリーンには、

- ① 取水ゲート全面にわたって取水塔に固定されるもの。
- ② 取水ゲート呑口部に固定され、取水ゲートといっしょに昇降するもの。
- ③ フロートにより上下する可動スクリーン

とがある。

①は、取水ゲートの点検、底層取水等を行っても塵芥等の流入の恐れが無く、機能の点で最も優れているため、多くのダムで設置されているが、取水ゲート全面にわたって設置するため重量が大きくなる。

②は、取水ゲート呑口部以外に下段扉からの底層取水時に塵芥等が流入しないよう取水塔最下部に固定されるスクリーンを設ける必要があるが、①に比しスクリーン重量が大幅に軽減できる。ただし、この固定スクリーンを設けても点検時などに取水ゲートをすべて引きあげた場合、塵芥等が流入する可能性がある。

③は、構造的に複雑であること、ねじれ等により作動不良を起すことがあること、中層の流木等の侵入を防げないため、これらのかみ込みによる事故の恐れがあることからあまり用いられない。

スクリーンは、塵芥等を確実に受止め、流木等による衝撃に耐え、又水理特性が良く渦や振動が発生し

ない形状・構造であることが必要である。これらの条件に対し総合的に優れているものとして、スクリーンは原則としてフラットバーのバースクリーンを使用する。

(参考)

取水ゲート呑口部に固定されたスクリーンを設置している例としては、下久保ダム、早明浦ダム、川治ダム、大町ダム(以上半円型)、村田ダム(円型)等がある。

(2) 取水ゲート

取水ゲートは選択取水設備の中心をなすものであり、扉体、戸当り、取水蓋、開閉装置等より構成される。

(3) 取水塔

取水塔は、取水ゲート等を支持するための設備である。

(4) 操作制御設備

選択取水設備を動かす操作制御設備は原則として、

① 機側盤にて行う機側操作

② 管理所の操作卓(盤)にて行う遠方手動操作

③ 予め定められた操作規則に従い、ゲート開度を自動的に変化させる自動操作の三方式での操作が行える設備とし、操作の優先順位は、①、②、③の順とする。

設備は、大別して次の3つの装置より構成する。

- 検出装置：水位計、開度計、水温、濁度計等

- 操作制御装置：機側操作盤、自動制御盤、遠方操作盤等

- 記録装置：

これらの装置の形式や構造は多種多様である為施設計画を立案するにあたっては設備運用への適合性を慎重に検討しなければならない。

(参考)

選択取水設備における自動操作の制御方式の例を下記に示す。

① 常時の制御 越流水深を一定に制御するため、予め外部設定された越流水深設定値より、外水位が高い場合は上段扉を上昇、反対の場合は上段扉を下降させる。

制御の安定化を計るため、越流水深にわずかな不感帯を設け、不感帯内ではゲート不動作、不感帯を逸脱した時、ゲート操作を行なう。

又、ゲート1回操作に時間的制限を行い、操作量を規制させる。

尚、自動制御出力が1回の動作時間を越える場合は分割して制御を行う。

② 異常時の制御 内・外水位差を予め外部設定し、水位差が設定値を越えると扉体保護のため、取水ゲートを一定開度降下(降下不能の場合は下段扉を上昇)させる。

同時に自動制御を停止し、異常表示を行う。

又、ゲート側各検出器よりの異常信号の場合も自動制御を停止し、異常表示を行う。

なお、異常状態が発生しても内・外水位差のチェックは継続させる。

異常時の制御

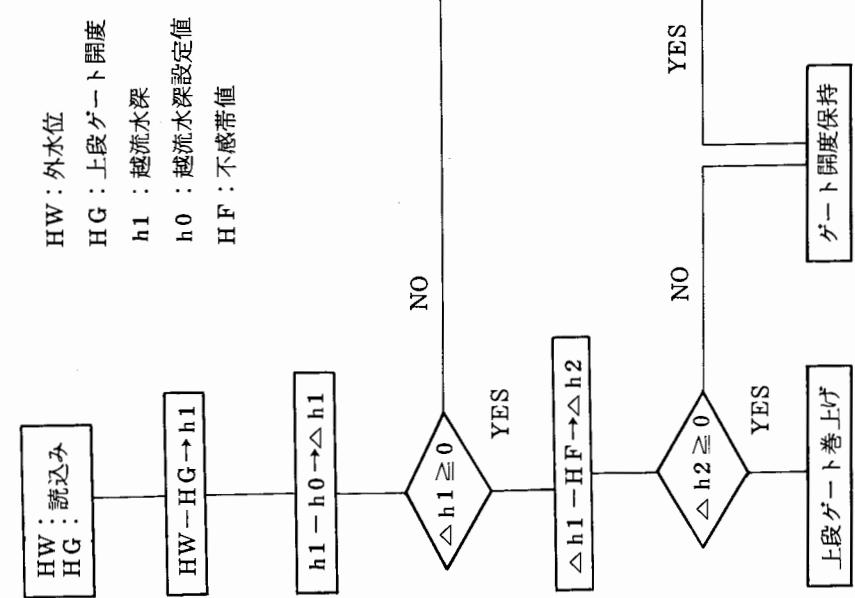
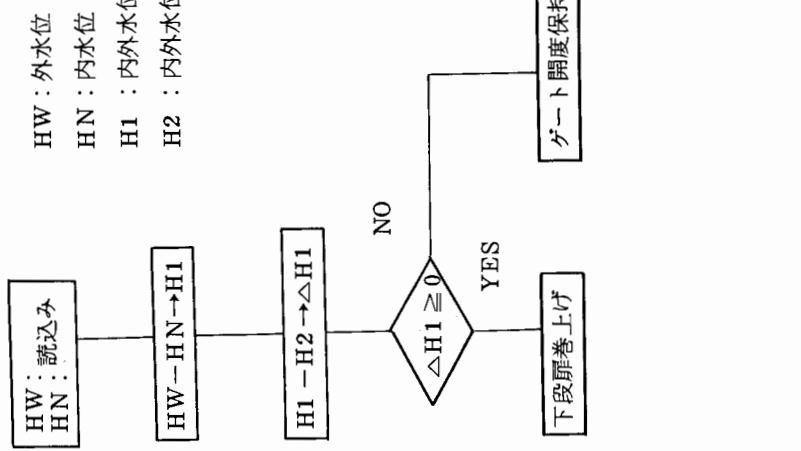


図 2.3.5 制御フローの一例



(5) 保安ゲート

選択取水ゲートは通常扉体内外の水位差が小さいため、経済性を考慮し、内外水位差を3m以下程度として、設計されることが多い。したがって、誤操作、自動制御装置の故障、扉体の異物かみ込み等のために、一定量の取水が確保されず塔内水位が急激に低下した場合、内外水位差が設計値を上まわりゲートを破壊する恐れがでてくる。この為、異常な水位差が生じた場合には迅速かつ確実に作動する保安装置が必要である。保安装置としては電気的なものと機械的なものとが用いられるが、電気的保安装置が停電又は故障等によって機能しない場合を考慮し、本要領(案)では原則として水圧のみにより作動する保安ゲートを設置することとした。

なお、円型ゲート(フローティングタイプを含む)に関しては、管内が空虚として設計しても扉体の板厚や扉体が過度にたわまないようにする構造がそれほど大きくならず、不経済にはならないと考えられるので、設備を簡素化するため保安ゲートは原則的には設けないものとする。しかし、取水範囲が大きくなると扉体の板厚が大きくなり、保安ゲートを設けた方が経済的に有利となることもあるので、取水位が50mを超すような時には保安ゲートを設けた場合についての検討も行うことが望ましい。

保安ゲートの設置位置は、

- ① 取水ゲートの扉体に内蔵する場合
- ② 下部ゲートに設置する場合
- ③ コンクリートピア部に設置する場合

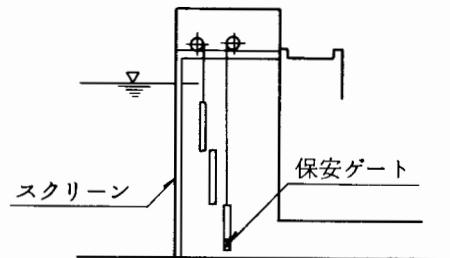
がある。

①は、保安ゲートを内蔵する扉体を、それだけ長くする必要があり、扉体の段数及び扉体長の決定に注意を要する。又、保安ゲート用の戸当り、巻上機は不要であるが、取水ゲートの構造は複雑となる。

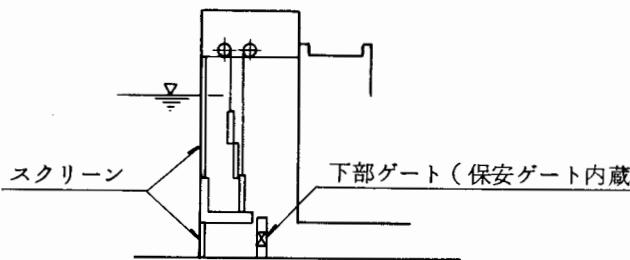
②は、③に比し設備は簡易となるが扉体の構造が複雑となる。又、堆砂による影響も留意する必要がある。

③は、補修等のために保安ゲートを引き上げる必要があるため、専用の戸当り、巻上機が必要となり、

イ) ゲート本体に内蔵する場合



ロ) 下部ゲートに内蔵する場合



ハ) コンクリートピア部に設置する場合

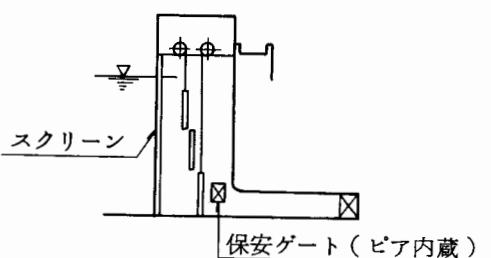


図 2.3.6 保安ゲートの設置位置

又、斜槽では設置が困難となる。

等の特徴がある。

(参考)

電気的な保安装置としては次のようなものがある。

① ゲート内外の水位差を検出し、異常水位が生じた場合、警報を行うと同時に内外水位差を解消するため次のような措置をとる。

- ・上段扉の巻下げ又は下段扉の巻上げを行う。
- ・放流バルブを閉じる。
- ・制水ゲートを急降下し流水遮断する。

② 押鉤操作における誤操作防止用のインターロックを設ける。

- ・一定時間以上連続して巻上げができないようにする。
- ・表層取水から低層取水への切換点で、下段扉が開いていない限り上段扉の巻上げができないようになる。
- ・底層取水から表層取水への切換点で、上段扉が設定取水深を確保していないと下段扉は巻下げできないようにする。

③ 取水深を一定に制御するために必要な上下限の取水深検出接点の外にもう一対の非常接点を設ける。この非常接点では取水深を設定値に復帰させるように取水ゲートを操作すると同時に警報を発する。

④ 電源、水位検出装置に異常が発生した場合には、警報を発すると同時に全装置を停止させるようとする。

(6) 下部ゲート

貯水池からの取水は、選択取水ゲートにより行うが、次のような場合は下部ゲートを設け、取水を行う。

- ① 取水範囲が有効利用水深の全範囲をカバーしていない場合
- ② 濁水、富栄養化対策の一環として通常の取水範囲の最低標高以下の位置での取水が必要な場合
- ③ 低水放流管が緊急放流等の目的を併せ持ち、選択取水ゲートの取水範囲より下に貯水位を下げる機能を持たせる場合。

(参考)

下部ゲートを設置した設備の例として草木ダム・川治ダム・長沢ダム・三保ダム等の取水設備がある。

(7) 制水ゲート

制水ゲートは、低水放流管の保守点検を目的として設置する。既往の設備では制水ゲートを設けていない例も見られるが、ダム設備は原則的に補修が可能な構造とすることとして、本要領（案）では制水ゲートを設ける事とした。

制水ゲートは通常スライド又は、ローラゲートが用いられるが、近年円型ゲートにおいて制水蓋をローラゲート等の替りに用いる例がでてきている。

制水蓋は、ローラゲート等に比し、重量が軽減されるが、操作は繁雑となる。

(8) 付属設備

付属設備として管理橋、凍結防止装置、網場等を必要に応じ設ける。

管理橋は貯水池内に独立して設置される独立塔型の取水設備において、保守点検等の通路を確保するた

め原則として設ける事とする。

凍結防止装置は、貯水池が結氷する寒冷地のダムにおいて、結氷によって取水塔やスクリーンが損傷する事を防ぐため必要に応じ設ける。又、網場は流木や塵芥が取水設備へ接近することを防ぎ、スクリーンとともに流木等の流入による取水ゲートや放流バルブ損傷を防ぐことを目的として設置する。

3. 設計

3.1 設計荷重

3.1.1 考慮する荷重

1. 設計にあたって考慮する荷重項は次表を標準とする。

表 3.1.1 考慮する荷重項

荷重項	記号	取水ゲート		スクリーン	取水塔
		扉体	開閉装置		
1. 常に考慮する荷重					
(1) 取水ゲートの扉体自重	(Wg)	○	○	○	○
(2) " の開閉装置自重	(Ww)			○	○
(3) スクリーンの自重	(Ws)			○	○
(4) 取水塔の自重	(Wt)	○		○	○
(5) 貯留水による静水圧の力	(P)	○		△	
(6) 流水による水圧の変化	(Pf)	○		○	△
(7) 地震時における扉体の慣性力	(Ig)	○		○	
(8) " " 開閉装置 "	(Iw)			○	
(9) " " スクリーン "	(Is)			○	
(10) " " 取水塔 "	(It)			○	
(11) " " 貯留水の動水圧の力	(Pd)	○		○	○
(12) ゲート及び取水塔内水の動水圧の力	(Pe)	○		○	
(13) ゲートの開閉によって生じる力	(Po)	○	○	○	
2. 必要により考慮する荷重					
(1) 水撃圧	(PG)	○		○	
(2) 風荷重	(PW)			○	
(3) 雪荷重	(PS)			○	
(4) 浮力	(Wu)		○	○	
(5) 水荷重	(Pi)			○	
(6) 揚圧力	(Pu)			○	
(7) 水圧				○	
(8) 堆砂				○	

△: 斜棒のみに適用する。

〔解説〕

1. 本文には、選択取水設備の設計に常に考慮しなければならない荷重と必要により考慮する荷重に別けて示した。その重要度は変わらない。

2. 荷重項に示す各荷重の計算は、次によることができる。

(1) 扉体の自重

扉体の自重は、原則として設計部材を積み上げて計算する。

なお、概略設計等では比較的類似した設計事例の重量が参考となる。

図 3.1.1 にゲート形式による扉体面積と重量の実績値を参考に示す。

(2) 貯留水による静水圧の力

$$P = W_0 \cdot h_0 \quad (3.1.1)$$

ここで、 W_0 : 貯留水の単位体積重量 ($t f/m^3$)

h_0 : 当該部分の水深 (m)

ここで、この要領において取水ゲートの設計に用いる (h_0) の値は次のとおりとすることができる。
保安ゲート (又はこれにかわる設備) を設ける場合

$$h_0 = 3.0 \text{ m}$$

ただし、地震時の検討を行う場合の静水圧は当該設計取水条件で計算により求める損失水頭に見合った静水圧を考慮するものとする。なお、呑口は潜水させて行う任意取水時は、塔内速度水頭に見合った静水圧を考慮すればよい。

保安ゲート (又はこれにかわる設備) を設けない場合

h_0 = ゲートの下流側を内空とした場合の、ゲート上流側の当該部分の水圧

取水ゲートで、厳密に静水圧の力が作用するのは保安ゲートを設けない円型取水ゲートにおいて異状時に内空となる場合と考えられるが、取水ゲートでは従来から、次に示す「流水による水圧変化」を含めてゲート上・下流側の水位差を静水圧として取扱っているので、ここでもそのように取扱う。このとき「流水による水圧の変化」は次に示すように算定と現象の誤差が考えられること及び保安ゲートの作動遅れなどを考慮し、地震時以外は上記のような値を用いてよいものとする。

なお、波浪による圧力は、波浪による貯水位の上昇を静水頭におき換え、取水ゲートの構造計算に用いる波浪高はダムの設計に関係なく平時の波浪高を用いてよいものとし、 $h_0 = 3 \text{ m}$ とする場合にはこの値に含まれているとみなす。

(3) 流水等による水圧の変化

取水ゲートには取水時の流水による水圧の変化による水頭圧が主な荷重として作用する。この水頭圧は次の式に示すもの他、整流板による水圧の変化、扉体の漸拡または漸縮による水圧の変化などもある。

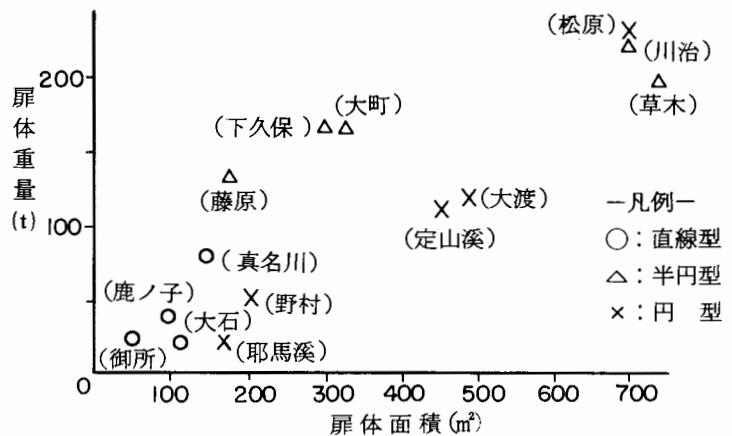


図 3.1.1 扉体面積と扉体重量

※扉体面積：直線型 = 径間 × 全高

半円型 = $\Sigma \pi \cdot$ (各段の扉半径 × 各段の長さ)

円型 = $\Sigma \pi \cdot$ (各段の扉体直径 × 各段の長さ)

しかし、これらの理論計算により求められる値は、一般には数10 cmなので、従来は経験的に静水圧に置き換えて採用している例が多い。設計水頭事例を参考として、表3.1.2に示す。ただし、円型取水ゲートは収集した事例の全てが(利用水深)=(設計水深)となっていたので示していない。このようなことから地震時以外の検討においては、流水等による水圧の変化は(2)の静水圧に含めて取扱ってよいものとする。ただし、地震時の検討を行う場合には以下に示すよう式によって求められる水頭を考慮すればよいものとする。

表3.1.2 設計水頭の例

直線型取水ゲート (m)					半円型取水ゲート (m)				
	鹿ノ子	御所	大石	真名川		川治	草木	大町	
設計水頭	1.0	2.3 ^{*1)}	0.5	2.0 ^{*2)}	設計水頭	3.0	3.0	2.0	
利用水深	21.3	7.8	30.0	34.0	利用水深	72.0	50.3	38.1	

*1) 負荷遮断時の水圧変動の実験値(0.975 m)を含む

*2) 計算値0.971 m

流水による水圧変化は、次式を参考とする。

$$P_f = W_o (h_s + \Delta h_1 + \Delta h_2) \quad (3.1.2)$$

ここで W_o : 水の単位体積重量(t_f/m^3)

P_f : 流水による水圧変化の荷重(t_f/m^3)

h_s : スクリーンのロスによる水頭(m)

Δh_1 : 流入による損失水頭(m)

Δh_2 : ゲート内の流水の速度水頭に見合う静水頭及び塔内の摩擦損失水頭(m)

① スクリーンのロスによる水頭を求める計算式には次に示す(3.1.3)式などがある。

$$h_s = \beta \cdot \sin \theta (t/b)^{1/3} \cdot v^2 / 2g \quad (m) \quad (3.1.3)$$

ここで β : スクリーンバー形状による係数

θ : スクリーンバーと水平面のなす角度

t : スクリーンバーの板厚(m)

b : バーとバーの間隔(m)

v : 接近流速(m/s)

g : 重力の加速度(9.8 m/s²)

② Δh_1 に関して、もぐり堰の場合として(3.1.4)式がある。

$$Q = Q_1 \{1 - (h^2/h_1^2)^n\}^{0.385} \dots \text{Villemomte の式} \quad (3.1.4)$$

$$\Delta h = h^2 - h_1^2 \quad (m) \quad (3.1.5)$$

ここで Q_1 : 越流水深 h_1 で自由落下する時の流量(m^3/s)

h_1 : 上流水深(m)

h_2 : 下流水深(m)

n : 堰の形状による係数

③ Δh_2 に関しては、(3.1.6)式がある。

$$\Delta h_2 = \left(f' \frac{L}{R} + 1 \right) \frac{v^2}{2g}, \quad f' = \frac{2gn^2}{R^{1/3}} \quad (3.1.6)$$

ここで f' : 摩擦損失係数

L : 流路長さ(m)

R : 径深(m)

v : 塔内流速(m/s)

g : 重力の加速度(m/s²)

n : 粗度係数

(4) 地震時における扉体等の慣性力

$$IG = WG \cdot k \quad (3.1.7)$$

ここで、 IG : 慣性力(t_f)

WG : ゲート等当該対象物の自重(t_f)

k : 設計震度

ここで設計震度は原則としてダムの設計震度に準じるものとする。ただし、独立塔の設計震度は、基礎の状態、当該構造物の振動特性などを考慮して設計震度を定めることが望ましい。

(5) 地震におけるダムの貯留水による動水圧の力

取水ゲートの扉体等に作用する動水圧の力は、ゲート形式等によって、内外の力が同時に同方向に作用するものとし、次によることができます。

ただし、表3.1.3は円型取水ゲートを除き、堤体設置型の場合の動水圧を示す。

表3.1.3 取水ゲートの扉体に作用する動水圧の力

荷重	直線型取水ゲート	半円型取水ゲート	円型取水ゲート
単位	(t_f/m^2)	(t_f/m^2)	(t_f/m^2)
上下流方向	外圧イ 又は $C \cdot W_o \cdot k \cdot H_o \cdot h_i$	$0.875 W_o \cdot k \sqrt{H_o \cdot h_i}$	$0.875 k \sqrt{H_o \cdot h_i}$
	内圧ロ $W_o \cdot k \cdot d \cdot 1/2$	$W_o \cdot k \cdot 1/2$ ($a \sin \theta + d$)	$W_o \cdot \pi \cdot a^2 \cdot k$
	計 イ+ロ	イ+ロ	イ+ロ
ダム軸方向	外圧ハ —	$W_o \cdot k \cdot a \cdot \cos \theta$	$W_o \cdot \pi \cdot a^2 \cdot k$
	内圧ニ —	$W_o \cdot k \cdot a \cdot \cos \theta$	$W_o \cdot \pi \cdot a^2 \cdot k$
	計 —	ハ+ニ	ハ+ニ
斜め方向	外圧ホ —	イ, ハの分力の和	$W_o \cdot \pi \cdot a^2 \cdot k$
	内圧ヘ —	ロ, ニの分力の和	$W_o \cdot \pi \cdot a^2 \cdot k$
	計 —	ホ+ヘ	ホ+ヘ

1) 外圧

(i) 直線及び半円型取水ゲート

(a) ダムの面に直角に作用する場合

(b) 鉛直に設置される場合

ウェスタガードの式による。

$$P_d = 0.875 W_o \cdot k \sqrt{H_o h_i}$$

ここに, P_d : 動水圧 ($t f/m^2$)

W_o : 水の単位体積重量 ($t f/m^3$)

k : 設計震度

H_o : 貯水池水面から基礎地盤までの水深 (m)

h_i : 貯水池水面から動水圧の作用する点までの水深 (m)

(a) 斜に設置される場合

ツアンガの式による。

$$P_d = C \cdot W_o \cdot k \cdot H_o$$

$$\text{ここで, } C = \frac{C_m}{2} \left[\frac{h_i}{H_o} \left(2 - \frac{h_i}{H_o} \right) + \sqrt{\frac{h_i}{H_o} \left(2 - \frac{h_i}{H_o} \right)} \right]$$

C_m : 与えられたダム上流面に対する C の最大値

この場合の外圧は、直線型及び比較的堤体からの張出しの小さい半円型取水ゲートでも圧力の平面分布は一様な等分布とする。

(b) ダム軸方向に作用する場合

(i) 直線型取水ゲートには作用しないものとする。

(ii) 半円型取水ゲートでは、次式によることができる。

$$P_c = W_o \cdot k \cdot a \cdot \cos \theta_i$$

ここで、 P_c : 地震時における貯留水による動水圧

($t f/m^2$)

W_o : 水の単位体積重量

($t f/m^3$)

k : 設計震度

a : 半円型取水ゲート

の扉体の公称半径

(m)

θ_i : 圧力が作用する点

の基準面からの角度 (deg)

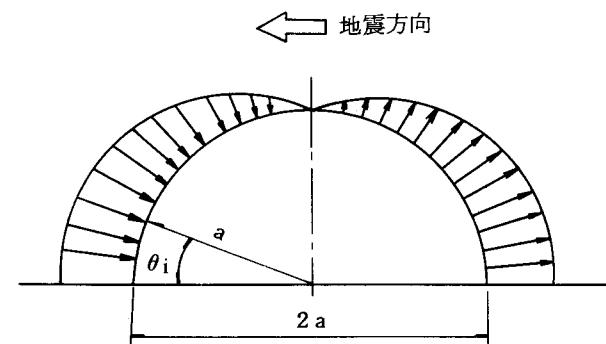


図 3.1.2 ダム軸方向に作用する動水圧の分布
(外圧)

式 (3.1.10) 及びその値は、たわまない構造物が水中で加速する場合に作用する力を求める理論式から計算される値に比較的近似し、安全側の値を与える便宜上の式である。※

(c) ダムの面に斜め(α)に作用する場合

$$P_d' = P_d \cdot \sin \alpha + P_c \cdot \cos \alpha$$

※ 桜井等の式

(3.1.8)

ここで、 P_d' : ダムの面に対し斜めの方向の地震時に半円型取水ゲートに作用する動水圧 ($t f/m^2$)

P_d : ウェスタガード (又はツアンガ) の式により計算されるダムの面に直角方向の場合の動水圧 ($t f/m^2$)

P_c : ダムの面に平行に作用する場合の動水圧 ($t f/m^2$)

α : ダムの面と地震の方向のなす角度

(ii) 円型取水ゲート

円型取水ゲートの場合は外圧の円周方向分布の変化は構造上の影響が小さいので無視することができ、次式による荷重とする。

$$P = W_o \cdot k \cdot \pi \cdot a^2 \quad (3.1.12)$$

ここで、 P : 円型取水ゲートの扉体長さ (高さ方向) 1 m に作用する動水圧による力 ($t f/m$)
 a : 円型取水ゲートの扉体公称半径 (m)

2) 内圧

内圧は、外圧と同時に同方向に作用するものとし次式によることができる。

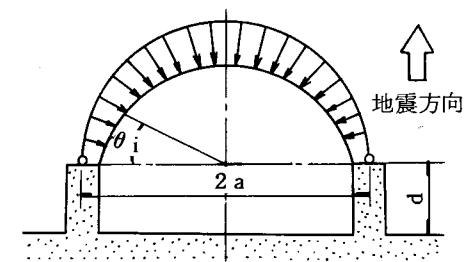
(i) 直線及び半円型取水ゲート

(a) ダム面に直角に作用する場合

$$P_d' = W_o \cdot k \cdot 1/2 \cdot (a \cdot \sin \theta_i + d) \quad (3.1.13)$$

ただし、直線型取水ゲートでは $a = 0$

図 3.1.3 ダム面に直角に作用する動水圧の分布 (内圧)



(b) ダム軸方向に作用する場合

(i) 直線型取水ゲートには作用しないものとする。

(ii) 半円型取水ゲートにおいては

$$P_d' = W_o \cdot k \cdot a \cdot \cos \theta_i \quad (3.1.14)$$

ここで、 P_d' : 基準面から θ_i の角度の面に作用する圧力 ($t f/m^2$)

W_o : 水の単位体積重量 ($t f/m^3$)

k : 設計震度

θ_i : 基準面から当該面までの角度 (deg)

a : 半円型取水ゲート扉体の公称半径 (m)

d : 堤体設置型取水塔の取水壁の張出し長さ (m)

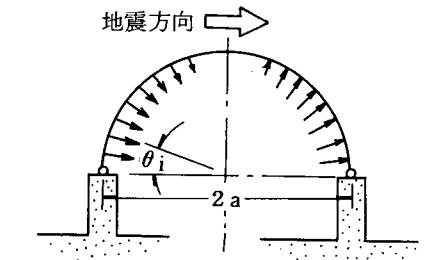


図 3.1.4 ダム軸方向に作用する動水圧の分布 (内圧)

(c) ダムの面に斜め方向に作用する場合

荷重の作用方向(α)を考慮し(a)(b)の式を合成する。

半円ゲートのみ対象とし

$$P_{di} = 1/2 \cdot k \cdot W_o \cdot (a \cdot \sin \theta_i + d) \cdot \sin \alpha + k \cdot W_o \cdot a \cdot \cos \alpha \cdot \cos \theta \quad (3.1.15)$$

(ii) 円型取水ゲート

円型取水ゲートの内圧は、内水の重量が慣性力を受けるものとし、この場合ゲートスキンプレート（管胴）の厚さによる影響は小さいので、外圧と同じとしてもよい。

$$P_{d'} = W_o \cdot k \cdot \pi \cdot a^2 \quad (3.1.16)$$

なお、内圧の場合も部分的な面に作用する圧力は考慮せず、ゲート全体に作用する力としてよい。

3) 堤体設置型取水塔の張出取水壁に作用する内圧および外圧の動水圧は、それぞれ次による。

(1) 直線型取水ゲートの場合

$$P_s = \alpha \cdot k \cdot W_o \cdot B^2 \quad (3.1.17)$$

ここで、 P_s ：取水壁の側面全幅に作用する高さ方向単位長さ当りの動水圧 (t_f/m)
 α ：図3.1.5において B/H により決る係数（表3.1.4）

ただし、表中の B/H には、 B にかえて $2B$ を用いる。

k ：設計震度

W_o ：水の単位体積重量 (t_f/m^3)

B ：取水壁の張出しの長さ (m)

(2) 半円型取水ゲートの場合

式(3.1.10), (3.1.14)において、 $\theta_i = 0$ とする圧力とする。

4) 鋼製の取水塔の柱及びスクリーン等に作用する動水圧は次による。

(1) 円柱の場合

式(3.1.12)により計算する動水圧及び実状により式(3.1.16)に示す動水圧を考慮する。

なお、式中 a ：円形断面の当該部分の半径 (m)，とする。

(2) 角柱の場合

$$P_s = \alpha \cdot k \cdot W_o \cdot B^2$$

ここで、 P_s ：柱、スクリーンバー等の高さ方向単位長さに作用する動水圧 (t_f/m)
 α ：柱等の断面の幅厚比により決る係数

（表3.1.4）

k ：設計震度

W_o ：水の単位体積重量 (t_f/m^3)

B ：柱等の地震方向に直角な面の幅 (m)

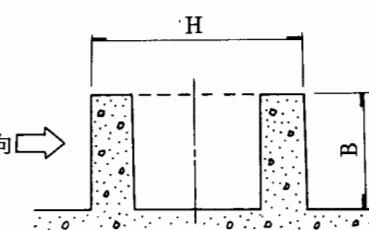


図3.1.5 直線型取水ゲートの取水壁のモデル

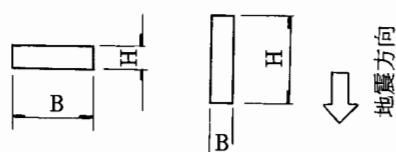


図3.1.6 角柱の形状

表3.1.4 断面の幅厚比と係数

B/H	α	備考
$B/H < 0.4$	1.5	
$0.4 \leq B/H < 0.7$	1.2	
$0.7 \leq B/H < 2.5$	1.0	
$2.5 \leq B/H$	0.95	

3.1.2 荷重の組合せ

1. 取水ゲート及び取水塔に作用する荷重の組合せは原則として表3.1.5によるものとする。

表3.1.5 荷重の組合せ

ゲート等 装 置	荷重 項 状態	扉 体 自 重 W_g	扉 体 自 重 W_e	その 他	静 水 圧 P	流 水 に よ る 水 圧 の 変 化 P_f	ゲート 慣 性 力 I_g	取 水 塔 等 の 慣 性 力 I_e	外 動 水 圧 P_d	内 動 水 圧 P_e	開 閉 に よ って 生 じ る 力 P_o	その 他
直 線 型 扉 体 開 閉 装 置	n	○	-		○	○	-	-	-	-	○	
	q	○	-		○	○	○	-	○	○	-	
	n	○	-		○	○	-	-	-	-	○	浮力
	q	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
半 円 扉 体 開 閉 装 置	n	○	-		○	○	-	-	-	-	○	
	q	○	-		○	○	○	-	○	○	-	
	n	○	-		○	○	-	-	-	-	○	浮力
	q	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
円 扉 体 開 閉 装 置	n	○	-		○	○	-	-	-	-	○	
	q	○	-		○	○	○	-	○	○	-	
	n	○	-		○	○	-	-	-	-	○	浮力
	q	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
円 扉 体 開 閉 装 置	n	○	-		○	○	-	-	-	-	○	
	q	○	-		○	○	○	-	○	○	-	
	n	○	-		○	○	-	-	-	-	○	浮力
	q	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
取 斜 樋 型 水 塔 堤 体 設 置 及 び 独 立 塔 型	n	○	○	○	○	○	-	-	-	-	○	揚 圧 力
	q	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	"
	n	○	○	○	○	-	-	-	-	-	○	
	q	○	○	○	○	-	○	○	○	○	-	

ここに、n：地震時以外の時（常時） q：地震時

2. 1に示した以外の設備の荷重の組合せは、当該各項に示すものとする。

〔解説〕

1. 本文の表には、表3.1.1に示した荷重項のうち主要なものののみを掲げたものであるので、地域条件、設置条件から実状に応じた荷重項を安全側に組合せて用いるものとする。なお、本文の表については、次のとおりである。

(1) 取水ゲートの扉体に作用する荷重は、常時については、この要領には、流水による水圧の変化による荷重を静水圧の力に含めているので、一般には静水圧の力と開閉力を考慮すればよい。ただし、斜樋

に付けるゲート及び部分的な構造で必要な部材（例えば、直線型の各段扉吊フックの偏心による偶力等）には自重も考慮する。

なお、開閉によって生じる力は扉体の吊りロッドやフックの取付く部材には比較的集中力として作用するので、対象としなければならない。地震時については、地震と開閉時とが重ならないものとして取扱ってよいので、当該取水条件の静水圧に扉体の慣性力と動水圧を付加すればよい。また、円型取水ゲートの管内空虚とは重ならない。

(2) 開閉装置については、静水圧による力等は開閉力の項の計算に含まれるので、事実上は扉体重量と開閉によって生じる力を考慮すればよい。なお、(1)で示したとおり、開閉時には地震力は作用しないものとして取扱う。

(3) 斜樋及び取水塔については常時は自重の他、開閉装置等全ての載荷される荷重及びこれに準じる荷重（雪荷重等）を考慮するものとし、地震についてはこれらの慣性力を附加するものとする。なお、3.9、3.10 の当該各項での検討が必要である。

2. 本文に掲げていないもののうち、比較的多く対象となるものとしての発電設備による水撃圧が作用する場合の取扱いは、それぞれ常時荷重に組合せるものとする。

3. 制水ゲート、保安ゲート、スクリーン及び機械室等の設計における荷重の組合せは、当該各項に示す。

3.2 材料

使用する材料は、その構造及び自然条件などに適合したものとする。

〔解 説〕

1. 材料の選定にあたっては、次のことを考慮しなければならない。
 - (1) 常時水没状態にあり、簡単にはメンテナンスや更新のできない部材についてはメンテナンスフリー又は補修期間の延長などを考慮して材料を選定する。このことからステンレスまたはステンレスクラッド鋼の採用や扉体などのように可動する部分以外では可能なかぎり RCコンクリートを採用する。なお、スクリーンなどは強化プラスチック(FRP)などを採用した例もある。
 - (2) 水密ゴムの当る面は原則としてステンレス又はステンレスクラッド鋼を使用する。ただし、許容漏水量の点から水密ゴムをスキンプレートに密着させる必要のない場合には普通鋼材を用いる。
 - (3) 貯水池の水質が酸性の場合には、ステンレス鋼を考慮する。
 - (4) 貯水池の水質や異種金属の組合せの場合は電食についても考慮する必要がある。

表 3.1.6 使用材料の種類

部 分	使 用 简 所	材 料 名	記 号	J I S 番 号
(取水ゲート)	桁 スキンプレート	一般構造用圧延鋼材	SS 41	G3101
		溶接構造用圧延鋼材	SM 41	G3106
		一般構造用圧延鋼材	SS 41	G3101
		溶接構造用圧延鋼材	SM 41	G3106
		ステンレスクラッド鋼	SS 41 (又は SM 41+SUS 304)	G3601
	扉 体	ステンレス鋼板	SUS 304	G4304-4307
		炭素鋼鋳鋼品	SC 46 又は 49	G5101
		低合金鋼鋳鋼品	SCMn 2B	G5111
		ステンレス鋼棒	SUS 304	G4303
		ステンレス鋼棒	SUS 304	G4303
	軸 受 け	オイルレスメタル	SUS 420j1	
戸 当	水密ゴム当り面 ローラ踏面	ステンレス鋼板	SUS 304	G4304-4307
		ステンレス鋼板	SUS 304	G4304
	コンクリート埋設部材	SUS 329J1	SUS 304N2	G4307
		SUS 410系	SUS 410系	G3101
		一踏構造用圧延鋼材	SS 41	
開閉装置	ワイヤーロープ フレーム ドラム 歯車(大)	JIS 21号 6×Ws(36) 同 6×Ws(36) IWRC		
		一般構造用圧延鋼材	SS 41	G3101
		溶接構造用圧延鋼材	SS 41	G3106
		溶接構造用圧延鋼材	SS 41	G3106
		炭素鋼鋳鋼品	SC	G5101
		炭素鋼鋳鋼品	SC	G5101
		炭素鋼鋳鋼品	SF	G3201
		構造用高張力炭素鋼鋼材	SCMN	G5111
		機械構造用炭素鋼鋼材	S-C	G4051
		クロモリブデン鋼鋼材	SCM	G4105
	歯車(ピニオン)	炭素鋼鋳鋼品	SF	G3201
		機械構造用炭素鋼鋼材	S-C	G4051
		クロモリブデン鋼鋼材	SCM	G4105
		ニッケルクロム鋼鋼材	SNC	G4102
		ねずみ鋳鉄品	FC	G5501
	シーブ 軸	炭素鋼鋳鋼品	SC	G5101
		球状黒鉛鋳鉄品	FCD	G5502
		機械構造用炭素鋼鋼材	S-C	G4051
		炭素鋼鋳鋼品	SF	G3201
		一般構造用圧延鋼材	SS	G3101
	軸受	ステンレス鋼材	SUS	G4303
		青銅鋳物	BC	G5111
		リン青銅鋳物	PBC	G5113
		鉛青銅鋳物	LBC	G5115

部 分	使 用 箇 所	材 料 名	記 号	J I S 番 号
取 水 塔	柱 及 び は り 等 リ ベ ッ ト	一般構造用圧延鋼材	SS41	G3101
		溶接構造用圧延鋼材	SM41	G3106
		一般構造用炭素鋼鋼板	STK41	G3444
		リベット丸鋼	SV34	G3104
(スクリーン)	バ ー ル 等 ト	一般構造用圧延鋼材 ステンレス鋼材	SS41 SUS304	G3101 G4303
(保安ゲート*)	桁・キンプレート	一般構造用圧延鋼材 溶接構造用圧延鋼材	SS41 SM41	G3101 G3106
(下部ゲート)		(取水ゲートに準じる)		

* 制水ゲートも含む

3. 鋼板の板厚による使用範囲は左のとおりとするのが望ましい。ただし、溶接を行わない場合は、これによらなくてもよい。

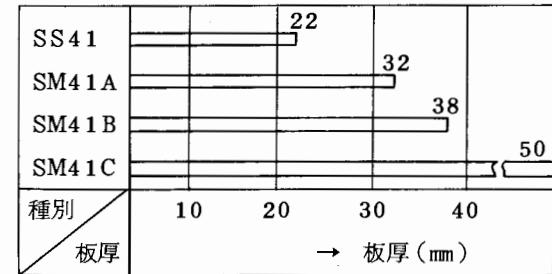


図 3.1.6 鋼板の板厚による使用範囲

3.3 許容応力度

3.3.1 許容応力度

- 3.1 の設計荷重により各部に生ずる応力度は、適切な工学試験の結果に基づき定める許容応力度を超えないものとする。
- 地震時の影響を考慮したときの許容応力度は鋼材については上記の許容応力度の 50 %増しとする。但し、降伏点の 90 %を超えないものとする。
- 2 の規定にかかわらず、ウェスタガード又はツアンガの式による動水圧を考慮した場合に適用する鋼材の許容応力度は材料の降伏点の 90 %とする。

〔解説〕

許容応力度については河川管理施設等構造令施行規則第 11 条第 3 項に規定しているが、「適切な工学試験の結果に基づき定める許容応力度」として鋼構造については、許容応力度の基準を、河川砂防技術基準(案)に準じ材料の降伏点強度又は降伏点の明確でないものは耐力の 1/2 以内として次に示すものとする。ただし、円形ゲートが内空となった場合及び制水ゲートでは別に取扱うものとする。コンクリートの許容応力度はコンクリート標準示方書(土木学会)及びプレストレストコンクリート標準示方書(土木学会)を準用するものとする。

取水ゲートの扉体のようにダムの堤体に対して完全に固定されていない構造物には、ウェスタガード又はツアンガ式による動水圧はそのまま作用すると考えられないので、取水ゲートに両式を適用したとき

の許容応力度は、材料の降伏点の 90 %とすることにした。

(1) 扉体等の許容応力度は表 3.3.1 による。

表 3.3.1(1) 構造用鋼材の許容応力度

(単位 kg f/cm²)

種類	鋼種	
	SS41, SM41	> 40
1. 軸方向引張応力度(純断面積につき)	1,200	
2. 軸方向圧縮応力度(総断面積につき)	$\ell/r \leq 20:$ $20 < \ell/r \leq 93:$ $1,200 - 7.5(\ell/r - 20)$ $93 < \frac{\ell}{r} : \frac{1,000,000}{6,700 + (\ell/r)^2}$ 1,200	
圧縮部材		
l : 部材の座屈長(cm) r : 部材の総断面の断面二次半径(cm)		
圧縮添接材		
3. 曲げ応力度		
桁の引張縁 (純断面積につき)	1,200	
桁の圧縮縁 (純断面積につき)	$\ell/b \leq 9/K :$ $9/K < \ell/b \leq 30 :$ $1,200 - 11(K\frac{\ell}{b} - 9)$ 但し $Aw/Ac < 2$ の場合 $K = 2$ とする。	
Aw : 腹板の総断面積(cm ²) A_c : 圧縮フランジの総断面積(cm ²) ℓ : 圧縮フランジの固定点間距離(cm) b : 圧縮フランジ巾(cm)		
$K = \sqrt{3 + (A_m/2A_c)}$		
キンプレート等で直接固定された場合	1,200	
4. せん断応力度(総断面積につき)	700	

左記応力度の 0.92 倍とする

(2) 3.2 許容応力度及び安全率

表 3.3.1(2) ステンレス鋼材許容応力度

(単位 kg f / cm²)

鋼種 種類	SUS 304
1. 軸方向引張応力度 (純断面積につき)	1,050
2. 軸方向圧縮応力度 (純断面積につき)	$\ell/r < 19 : 1,050$ $19 < \ell/r \leq 96 :$ $1,050 - 6.0(\ell/r - 19)$ $96 < \frac{\ell}{r} : \frac{1,0,0,0,0,0,0}{7,1,0,0 + (\ell/r)^2}$ 1,050
圧縮部材 ℓ : 部材の座屈長 (cm) r : 部材の総断面の断面二次半径 (cm) 圧縮添接材	
3. 曲げ応力度 桁の引張 (純断面積につき) 桁の圧縮 (純断面積につき)	1,050 $\frac{Aw}{Ac} \leq 2$ の場合は $\frac{\ell}{b} \leq 4.8 : 1,050$ $\frac{\ell}{b} > 4.8 : 1,050 - 1.8(\ell/b - 4.8)$
Aw : 腹板の総断面積 (cm ²) Ac : 圧縮フランジの総断面積 (cm ²) ℓ : 圧縮フランジの固定点間距離 (cm) b : 圧縮フランジ幅 (cm)	$\frac{Aw}{Ac} > 2$ の場合は $\frac{\ell}{b} \leq \frac{10}{K} : 1,050$ $K = \sqrt{3} + (Aw/2Ac)^b$ スキンプレート等で直接固定された場合 $\frac{\ell}{K} > \frac{10}{K} : 1,050 - 9(K\ell/b - 9.6)$ 1,050
4. せん断応力度 (純断面積につき)	600

表 3.3.1(3) 材料の許容応力度 (その 2)

(単位 kg f / cm²)

鋼種 種類	SC46	SC49	SUS403
1. 軸方向引張応力度	1,200	1,300	2,000
2. 軸方向圧縮応力度	1,200	1,300	2,000
3. 曲げ応力度	1,200	1,300	2,000
4. せん断応力度	700	750	1,150
5. 支圧応力度	1,700	1,800	2,800

注) 軸方向圧縮応力は、座屈を考慮しない場合を示す。

表 3.3.1(4) 接合溶鋼

(単位 kg f / cm²)

鋼種 種類	SS41, SM41	
	厚さ ≤ 40 mm	> 40
リベット	SV34	
1. せん断応力		
工場リベット	950	左記に同じ
現場リベット	850	
2. 支圧応力		
工場リベット	1,950	左記の 0.92 倍とする
現場リベット	1,700	
ボルト	SUS304	
1. せん断応力		
仕上ボルト	650	左記に同じ
2. 支圧応力		
仕上ボルト	1,400	左記の 0.92 倍とする
ビン	1,400	

- 上表中の座屈長 ℓ は、部材長 L 及び表 3.3.2 にて規定される係数 β から次式により求めるものとする。 β の値は同表の推奨値を用いることが望ましい。

$$\ell = \beta \cdot L$$

(3.3.1)

表 3.3.2(a) 部材の有効座屈長

L : 部材長 (cm)

	1	2	3	4	5	6
座屈形が点線のような場合						
β の理論値	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
β の推奨値	0.65	0.8	1.2	1.0	2.1	2.0

材端条件	回転に 対して	水平変位 に對して
図 1	固定	固定
図 2	自由	固定
図 3	固定	自由
図 4	自由	自由

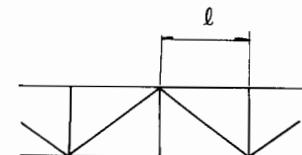


図 3.3.1 圧縮フランジの固定間 (I) の例

・圧縮フランジの固定点間距離 ℓ は、部材骨組線の交点間の距離としてもよい。

(2) 表 3.3.1 にない材料の許容応力度については、表 3.3.1 の規定に準じて各応力度を決定することができる。

(3) 同一面内に直交する応力が作用する場合は、次式により計算する合成応力度が許容値以内になければならない。

$$\sqrt{\sigma_g} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \cdot \sigma_2 + 3\tau^2}$$

(3.3.2)

ここに, σ_g : 合成応力度

σ_1 : x 方向に発生する応力度(引張を正とする)

σ_2 : y 方向に発生する応力度(引張を正とする)

τ : σ_1, σ_2 が作用する面内に生じるせん断応力度

合成応力度に対する許容値

常時 $1.5\sigma_a$

(3.3.3)

地震時 $0.9\sigma_y$

ここに, σ_a : 許容応力度

σ_y : 材料の降伏点応力度

(6) 鋼材を溶接で接合する場合の、当該部分の許容応力度は、表 3.2.6 の値に、次表の値を乗じた値とする。

表 3.3.3 に示した値は、河川砂防技術基準(案)による。ただし、

この表を採用する条件として、溶接部の設計、施工法及び検査方法とその判定などは、「機械工事共通仕様書(案)」及び「機械工事施工管理基準(案)」いずれも(大臣官房建設機械課)等の当該規定を

満足していかなければならない。

なお、曲げを受ける桁の溶接部などは、最大曲げモーメントの生じる部分を避けることが望ましい。

3.3.2 開閉装置の安全率

1. 開閉装置に使用する材料の安全率は、引張強さに対し、表 3.3.4 に掲げる値以上とする。

2. 電動機の最大トルクが作用する時の開閉装置に使用する材料の安全率は、材料の降伏点に対し $1/0.9$ とする。

3. 減速機等既製品についても同等の安全率を有するものとする。

表 3.3.4 開閉装置の安全率

使用材料名	記号	安全率		
		引張	圧縮	せん断
一般構造用圧延鋼材	SS	5	5	8.7
溶接構造用圧延鋼材	SM			
機械構造用炭素鋼	S-C			
ステンレス棒鋼	SUS			
炭素鋼鍛鋼品	SF			
炭素鋼鋳鋼品	SC			
ねずみ鋳鉄品	FC	10	10	10
球状黒鉛鋳鉄品	FCD			
青銅鋳物	BC	8	8	10
ワイヤロープ	—	—	8	—
板リンクチェーン	—	—	6.5	—

〔解説〕

1. 開閉装置に使用する材料は、部材にくり返し応力が作用するため作用する応力の状態、材料の種類、腐食の程度、品質の不均等、加工精度、使用箇所等を考慮して安全率を決める。本文に掲げた安全率は用途等が特殊な場合には補正して使用するものとする。

2. 開閉装置には、電動機の最大トルクが作用する場合もある。このような時にも開閉装置が安全であるよう最大トルクに対応する許容応力度は材料の降伏点の 90 %とする。

3.3.3 軸受の許容面圧

軸受の許容面圧は材料により、次表とする。

表 3.3.5 軸受の許容面圧

軸受の材料名	記号	許容面圧 (単位 kg f/cm ²)	
		回転部	
		開閉装置	支承部
青銅鋳物	BC	—	—
リン青銅鋳物	PBC	90 以下	180 以下
鉛青銅鋳物	LBC	—	—
オイルレスメタル	—	230 以下	230 以下
			450 以下

〔解説〕

ゲートに用いる各軸の軸受の許容面圧の標準値を示した。なお、オイルレスメタルを開閉装置等のように比較的高速回転部分に用いる場合には、回転速度の要素を加味する必要がある。

3.3.4 許容たわみ度

部材の曲げによる許容たわみ度は各項で特記する以外は原則として支点間に對してそれぞれ次のとおりとする。

制水ゲートを除くゲートの扉体 $1/800$

開閉装置を設置するはり材 $1/800$

点検台等のはり材 $1/300$ (片持はり $1/250$)

〔解説〕

部材の曲げによる許容たわみ度は、関連する部材や装置の取り合上の精度、外観及び振動等による種々の条件から定めなければならないが、ここでは、取水ゲートの扉体は、一般のゲートに合せ、また開閉装置に乗せる部材は、振動を考慮して $1/800$ とする。

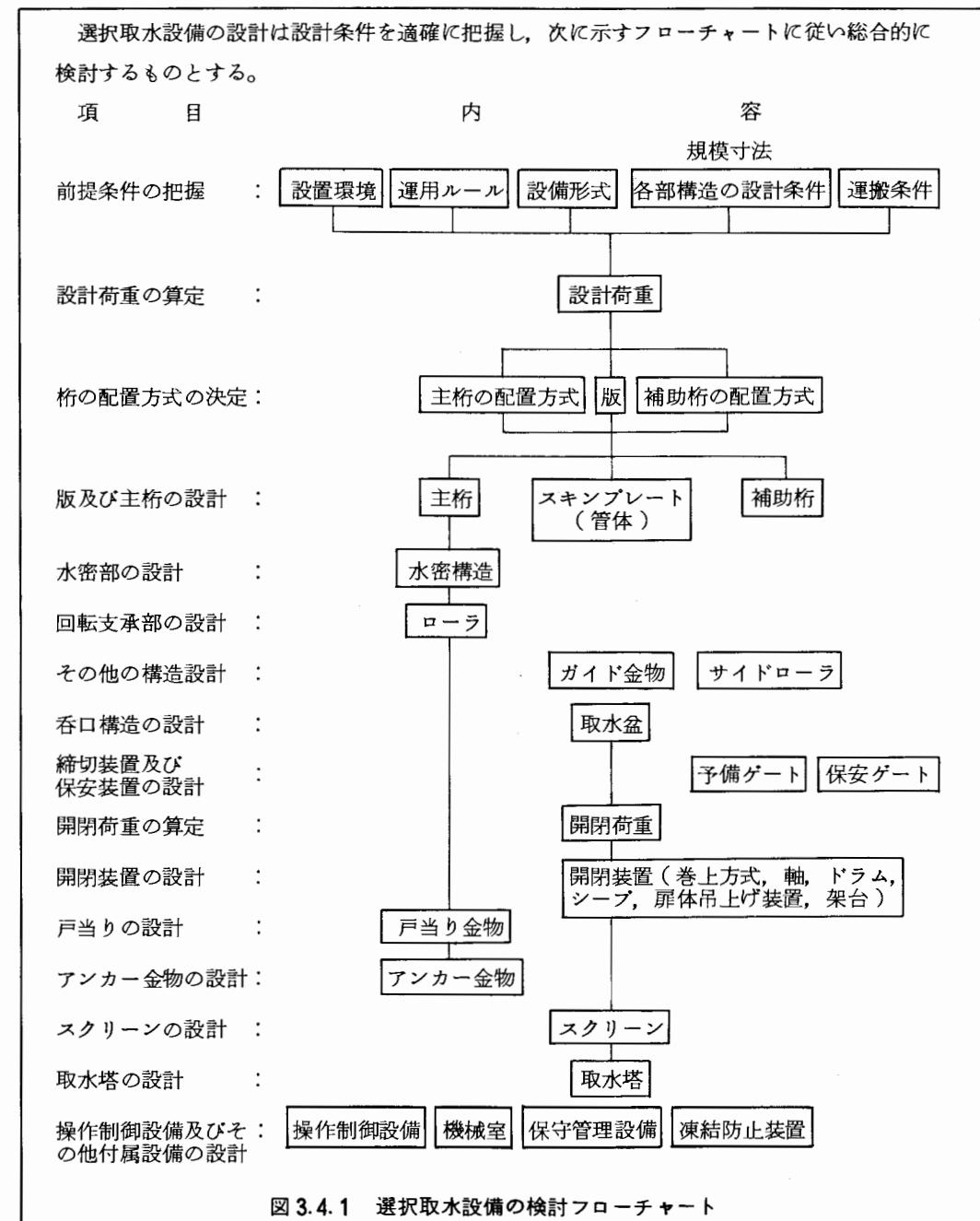
点検台等のはりは、常時使用するものでなく、振動も伴わないので構造物として必要最小限の $1/300$ とする。

なお、制水ゲートの扉体のたわみ度は、水密性等を考慮して1/2000とすることが望ましい。

これらのたわみを検討するときに対象とする荷重は、地震時以外の荷重とする。

3.4 構造一般

3.4.1 設計フローチャート



〔解説〕

選択取水設備の設計にあたっては、全体形状、形式及び個々の部材・部品にいたるまで、相互の関連を十分把握し、系統だてて検討することが重要である。

3.4.2 設計要件

1. 選択取水設備は次の条件に適合するよう設計するものとする。

1) 扉体等は予想される荷重に対して安全な構造とし、確実に開閉し、かつ、必要な水密性および耐久性を有するものとする。また、維持管理ができるかぎり容易な構造とする。

2) 開閉装置は、適切な開閉機能を有し、扉体の開閉を確実に行える構造とするものとする。

3) 取水塔などの支持装置は、取水ゲートを確実に保持し、予想される荷重に対し安定したものとする。

〔解説〕

河川管理施設等構造令第10条に規定されているダムのゲートが有すべき構造の基本的な条件を示すものである。

1) 扉体等を設計する際には、扉体の全閉・全開・半開時の想定されるあらゆる条件について、扉体が有すべき安全性・必要な機能を満足するものでなければならない。

耐久性については、一般に材料の疲労・摩耗・劣化及び腐食の程度で評価される。このうち疲労は主にくり返し応力を受けた場合にのみ生じる現象で、通常のゲートの荷重状態では考慮しなくともよい。

したがって、一般にはゲートの耐久性は摩耗・劣化及び腐食が対象となり、具体的にはワイヤロープの摩耗、水密ゴムの劣化、鋼材の腐食が問題となる。扉体の寿命は実績調査でも腐食で決まるのがほとんどである。特に塗装に関しては適切な塗装材料の選定、入念な施工及び管理が必要といえる。

扉体等の管理が容易なこととしては、日常の点検、整備のために蹄場、梯子等を完備し、給油装置は安全な箇所に設けるなど、大きな整備等のために特に取水ゲートの扉体は、メンテナンスを考慮し、原則として全ての扉体が取外できるものとする。取外は、常時満水位以上で行えることが望ましい。ただし、円形ゲートは、扉体の取外が構造上困難なので中間水密ゴム、中間ローラのメンテナンスが、容易に行なえ、かつ、塗装もメンテナンスフリーな構造方式を採用するような場合には、扉体の取外しはできなくともよいものとする。

2) 開閉装置については、特に取水ゲートでは操作頻度が多いので、この面からドラムの形状及びワイヤロープや減速装置ならびに操作制御設備等の設計・選定を行うものとする。

3) 取水塔等は、一般に規模が大きいので、できるかぎり軽量な構造としなければならないが、安定性には重点をおく必要がある。なお、堤体設置型では、堤体への接合は、堤体に応力集中の生じない構造とする。

3.4.3. 余裕厚及び最小板厚等

1. 余裕厚

鋼製の部材の接水面には、原則として余裕厚をとるものとする。余裕厚は1接水面に1mm以上とする。ただし、耐食性の良好なる材料を使用する場合及び特殊な表面処理を施す場合は余裕厚を見込まないことができる。また、常時は接水していない制水ゲート等には余裕厚を見込まないものとする。

2. 最小板厚

ゲートに使用する鋼材を使用する部材の最小板厚は、余裕厚を含み鋼板では6mm、形鋼では5mmとする。

3. 細長比

ゲートに使用する部材の細長比は、原則として右表に示す値以下とする。

表 3.4.2 部材の細長比の制限

部 材	細 長 比
圧 縮 材	120
引 張 材	200

〔解説〕

1. 腐食などに対する余裕厚は、1接水面について1mm以上とし実状に応じて補正するのがよい。貯水池が酸性水など特に腐食傾向の大なる場合はステンレス鋼を用いるなどの配慮が必要であるが、この場合は余裕厚は見込まない。ただしステンレスクラッド鋼のSUS部分はステンレス厚さを2mm以上とし、その厚さを強度には見込まない。

また、アルミ溶射など特殊の表面処理を行った場合も余裕厚は見込まないことができる。

2. 最小板厚については、他のダム用ゲートでは主要部材の最小板厚は8mm以上としているが、取水ゲートは放流バルブなども完備されているので、これらを考慮し鋼板は6mm、形鋼は5mmとする。

なお、開閉装置の上屋（機械室）等の部材は実状によればよいものとする。

3. 部材の有効座屈長さ(ℓ)と断面2次モーメント(I)の比が大きいと剛性に欠けるので、最大限度を規定する。

なお、取水ゲートでは2次部材に使用されるような部材は、圧縮材料で150以下、引張材で240以下まで緩和してよいものとする。

また、ゲート以外の構造の細長比は荷重条件や構造系を考慮して実状に応じ決めるものとする。ただし、圧縮材の細長比は最大でも200以下とする。

3.4.4. スキンプレート

1. スキンプレートの応力度は、扉体の構造特性に合せ適切に計算するものとする。
2. スキンプレートの張り方向は、扉体の構造、水理特性及び保守点検等の条件を考慮して決定するものとする。

〔解説〕

1. 取水ゲートのスキンプレートの構造は、従来はゲート形式によって次のように取扱われているがこの要領（案）では以下の(1), (2)によるものとする。

直線ゲート：桁で固定支持された平板。

半円ゲート：一般には円形ゲートに準じた考え方。（一部に直線ゲートに準ずる考え方もある。）

円形ゲート：鋼管の管胴と同じ。

(1) 直線ゲート及び半円ゲートのスキンプレートは次式で計算する。この内、半円ゲートのスキンプレートは偏外圧又は内圧を受けたときの応力が一般的には解明しにくい構造であるが、この要領では偏外圧を考慮して直線ゲートのスキンプレートと同じ構造とみなすものとする。

$$\sigma = K \cdot a^2 \cdot p / 100 t^2 \quad (3.4.1)$$

ここで、 σ ：応力度 (kgf/cm^2)

a ：区画の短辺 (cm)

d ：区画の長辺 (cm)

P ：水圧 (kgf/cm^2)

t ：板厚 (cm)

k ： b/a により決まる係数（表3.4.3）

1) 応力を求める区画のスキンプレートは水深によって圧力は変わるので計算に用いる水圧荷重 P は図3.4.2において、

$$P = (P_1 + P_2)/2 \quad (tf/m^2) \quad (3.4.2)$$

とする。ただし、

水深方向区画（図3.4.2）が水平区画の2倍以上の場合は区間最大水圧 (P_2) をとるものとする。

2) スキンプレートは4辺固定の平板で設計する。

なお、固定辺の寸法は、スキンプレートをフランジ付の桁で支持する構造の場合で、スキンプレートに対し桁のフランジ厚が厚い場合は上式中の a 辺、 b 辺の寸法は右図 ℓ' とし、スキンプレートの厚さより桁フランジの厚さが薄い場合等は ℓ とする。

3) 応力度の合成

スキンプレートを桁のフランジと協働させる場合は、それぞれの部材応力を次のとおり合成するものとする。

(1) 同方向応力度

$$\sigma_{bs} = \sigma_s + \sigma_b \leq \sigma_a \quad (3.4.3)$$

ここで、 σ_{bs} ：同方向応力度 (kgf/cm^2)

σ_s ：スキンプレートの桁と同方

表 3.4.3 k の値

b/a	σ_1	σ_2	σ_3	σ_4
1.00	30.9	13.7	13.7	30.9
1.25	40.3	18.8	13.5	33.9
1.50	45.5	22.1	12.2	34.3
1.75	48.4	23.9	10.8	34.3
2.00	49.9	24.7	9.5	34.3
2.50	50.0	25.0	8.0	34.3
3.00	50.0	25.0	7.5	34.3
∞	50.0	25.0	7.5	34.3

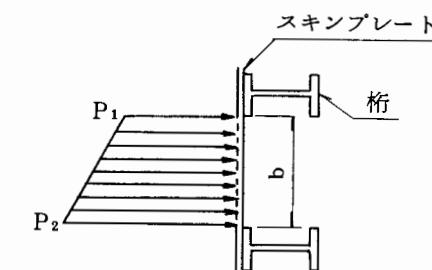


図 3.4.2 スキンプレートに作用する水圧荷重

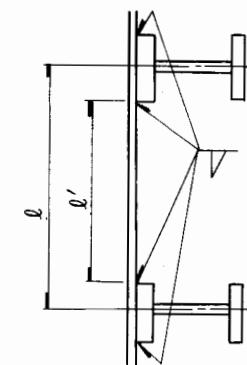


図 3.4.3 スキンプレートの固定辺長

向の応力度 (kgf/cm^2)

σ_b : 桁の引張り (又は圧縮) 縁の応力度 (kgf/cm^2)

σ_a : 許容応力度 (kgf/cm^2)

(a) 直交する応力の合成応力度

$$\sigma_g = \sqrt{\sigma_s^2 + \sigma_{bs}^2 - \sigma_s \cdot \sigma_{bs} + 3\pi^2} \leq 1.5\sigma_a \text{ 又は } 0.9\sigma_y \quad (3.4.4)$$

ここで, σ_g : 合成応力度 (kgf/cm^2)

σ_{bs} : 桁の引張り (又は応力度) 縁の応力と, スキンプレートの桁と同方向の応力度の合計 (引張りを正とする) (kgf/cm^2)

σ_s : スキンプレートの桁と直交する方向応力度 (引張りを正とする) (kgf/cm^2)

π : スキンプレートに作用するせん断応力度 (kgf/cm^2)

σ_a : 材料の許容応力度 (kgf/cm^2)

σ_y : 材料の降伏点強度 (kgf/cm^2)

なお, スキンプレートを桁のフランジと協動させる場合のスキンプレートのフランジとしての有効巾は圧縮応力が作用する側は板厚の 24 倍引張力のみ作用する側は板厚の 30 倍までとする。ただし, 直線型取水ゲート等のローラゲートは協動させない設計とするのが普通である。

(2) 円型取水ゲートのスキンプレートは平板としての応力は生じないものとして取扱うことができる。

2. スキンプレートの張り方向は, ゲート内の水の流れを考慮すれば扉体の取水側とするのが望ましい。ただし, 扉体の水圧による曲げに関する剛性は上流側にスキンプレートを張る方が大きく, また一般に桁上への木片や泥土の堆積の点では上流側に張る方が有利である。

3.4.5 桁

プレートガーダの桁の腹板・補剛材・フランジプレートの寸法は次を標準とする。

(1) 腹板の最小厚さ

SS41・SM41

垂直補剛材のない場合 $\frac{b}{70}$

垂直補剛材のある場合 $\frac{b}{152}$

ここで, b : 上, 下フランジの純間隔 (cm)

(2) フランジプレートの巾

圧縮フランジ 24t 以内

引張フランジ 30t 以内

ここで, t : フランジプレートの厚さ (cm)

(3) 荷重集中点以外の垂直補剛材

1) 垂直補剛材の間隔

$$d \leq 3,200 \cdot t_w / \sqrt{\frac{S}{A}}$$

ここで, d : 垂直補剛材の最大間隔 (cm)

t_w : 腹板の厚さ (cm)

S : 腹板に作用するせん断力 (kgf)

A : 腹板の総断面積 (cm^2)

2) 垂直補剛材の寸法

$$b_s \geq \frac{b}{12}$$

$$t_s \geq \frac{b_s}{12}$$

ここで, b_s : 垂直補剛材の巾 (cm)

t_s : 垂直補剛材の厚さ (cm)

垂直補剛材は腹板の両側に取付けるのがよい。

(4) 荷重集中点の垂直補剛材の場合

桁の支点部など荷重の集中する部分は作用する荷重に対し座屈しないように断面を定め, 腹板の両側に補剛材を取付ける。

補剛材の有効座屈長は $b/2$ (桁高の $1/2$) とし, 腹板の有効巾は垂直補剛材の両側にそれぞれ腹板厚の 12 倍までとする。なお全有効断面積は補剛材の断面積の 1.7 倍以下とする。

(5) 圧縮力を受ける部材の腹板の厚さ

1) 圧縮力を受ける部材の腹板の厚さは, 板の両側が十分に拘束されているとき次のとおりとする。

$$SS41 \cdot SM41 \cdot \text{厚さ } t_w \geq \frac{b}{40}$$

ここで, b : フランジの固定縫間の距離 (cm)

2) フランジプレートの巾と厚さは (2)の規定によるものとする。

[解説]

1. 桁部材の寸法, 形状などは腹板が薄いと曲げモーメント, せん断力により座屈するおそれがあり, またフランジプレートや垂直補剛材は寸法が適当でないと腹板と協働して働くないので, これについて本文の規定によるものとする。

特に取水ゲートは扉体を薄くしようとする場合に, 3.3.1 条の許容応力の規定の表の内, 曲げ応力度の項で示す l/b が 30 以上にならないよう注意するものとする。

この場合 l の寸法は半円形ゲートのアーチ桁では主ローラ中心からアーチの頂点までの桁の円弧長さとしてもよいものとする。なお, 中間に縦補助桁を設ける場合はその間隔とする。

なお, ステンレス鋼板を用いる場合の桁の腹板の厚さは次によるものとする。

SUS 304 垂直補剛材のない場合 $b/75$ 垂直補剛材のある場合 $b/164$

2. 圧縮力を受ける部材の腹板の厚さは、部材断面積で十分であっても、それを形成する板が薄いと局部的な座屈を起すおそれがあるので、このような応力を生じる圧縮部材の板厚は制限する。

なお、(1)(2)は主に「道路橋示方書・解説」の考え方を基にしているので、この要領(案)にない事項の検討が必要な場合にはその考え方については同書を参照するのがよい。

3.4.6 支承部

1. 扉体の支承部は作用する荷重、回転速度、使用頻度を考慮し、扉体を円滑に操作でき、かつ保守管理が容易な構造としなければならない。
2. 扉体には、原則として次の支承部を備えるものとする。
 - (1) 常時の水圧荷重等を戸当たりレールに伝えるローラ(以下「主ローラ」という)
 - (2) 扉体の横移動を規制するローラ(以下「サイドローラ」という)
 - (3) 扉体の外れを防止するローラ(以下「ガイドローラ」という)
- ただし、操作上支障がない構造であればローラに替えてガイドシュとしてよい。

〔解説〕

1. 選択取水ゲートのローラは、取水範囲(利用水深)の大きい取水ゲートでは、戸当たりの寸法を小さくする方が設備の構成が容易となるため、その寸法は小さい方が有利である。一方、ローラの機能の面からはローラの直径を大きくする方が、①回転摩擦力が小さい、②スリップの可能性が少ない、③ローラ数を減せる、などの利点がある。このようなことを考慮して既設の選択取水ゲートのローラの外径は取水深が15m程度以下の場合を除きほぼ200~400mmとなっている。ただし、円形ゲートでは常時の荷重がほとんど作用しないため100mm程度にしている例もある。

2. 主ローラを扉体に片側3個以上設ける場合は、ローラ荷重が不均一とならないよう調整可能な構造とすることが望ましい。

3. 支承部は、メンテナンスを考慮し原則として取外し可能な構造とする。また軸受メタルは給油可能な構造とすることが望ましい。

4. ローラの設計荷重に対する強度計算は次式によることができる。

(1) 線接触の場合(ローラ又はローラレールの踏面に曲率を付けない場合)

$$P = 0.418 \sqrt{\frac{P \cdot E}{B_0 \cdot R}} \quad (\text{kgf/cm}^2)$$

$$C = 1.52 \sqrt{\frac{P \cdot R}{B_0 \cdot E}} \quad (\text{cm})$$

$$Z = 0.78 C$$

ここで、 P : ヘルツの接触応力度 (kgf/cm^2)

P : ローラ作用荷重 (kgf)

E : ローラの弾性係数 = 2.1×10^6 (kgf/cm^2)

B_0 : ローラ有効踏面巾 (cm)

(3.4.5)

R : ローラ半径 (cm)

C : 接触巾の $1/2$ (cm)

Z : 最大せん断応力度が発生する深さ (cm)

(2) 点接触の場合(ローラ又はローラレールの踏面に曲率を付ける場合)

$$P = \frac{3}{2\pi} \cdot \frac{P}{a \cdot b} \quad (\text{kgf/cm}^2)$$

$$a = 1.109m \sqrt[3]{\frac{P}{(A+B)E}} \quad (\text{cm})$$

$$b = 1.109n \sqrt[3]{\frac{P}{(A+B)E}} \quad (\text{cm})$$

(3.4.6)

$$Z = \beta \cdot b$$

$$A+B = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} \right)$$

ここで、 p : ヘルツの接触応力度 (kgf/cm^2)

P : ローラ作用荷重 (kgf)

a : 接触巾(長径)の $1/2$ (cm)

b : 接触巾(短径)の $1/2$ (cm)

m : 形状係数

E : ローラの弾性係数 = 2.1×10^6 (kgf/cm^2)

n : 形状係数

Z : 最大せん断応力が発生する深さ (cm)

β : 最大せん断応力が発生する深さを与える係数

A : 係数

B : 係数

R : ローラ半径 (cm)

R' : ローラ又はローラレールの踏面の曲率半径 (cm)

形状係数 m , n はローラの形状により定まる係数で、表3.4.4の値をとる。表中の θ は次式による。

$$\theta = \cos^{-1} \frac{B-A}{A+B}$$

(3.4.7)

$$B-A = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R'} \right)$$

表3.4.4-1 最大せん断応力が発生する深さを与える係数

a/b	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0
β	0.47	0.56	0.625	0.674	0.712	0.738	0.756	0.774	0.775

表3.4.4-2 形状係数

θ°	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
m	2.731	2.397	2.136	1.926	1.754	1.611	1.486	1.378	1.284	1.202	1.128	1.061	1.000
n	0.493	0.530	0.567	0.604	0.641	0.678	0.717	0.759	0.802	0.846	0.893	0.944	1.000

(3) 接触面の許容応力度

$$P_a = \frac{100HB}{2\nu} \quad (\text{kgf/cm}^2) \quad (3.4.8)$$

ここで、 P_a : 許容接触応力度 (kgf/cm^2) ν : 安全率 = 1.3 (線接触の場合)

安全率 = 1.0 (点接触の場合)

HB : ローラのブリネル硬さ * (kgf/mm^2)

* 但し、ローラレール踏面の硬さがローラ踏面より低い場合は、ローラレール踏面の硬さを用いる。

ローラの材料のブリネル硬度は次を標準とする。

SC 49 (HB 150)

SCMn2B (HB 190)

SUS 304 (HB 150)

5. 軸受メタルの計算式は次式によることができる。

$$P_a = \sigma_a \cdot d \cdot l > p \quad (\text{kgf}) \quad (3.4.9)$$

ここで、 P_a : 許容荷重 (kgf) σ_a : 軸受許容面圧 (kgf/cm^2) d : ローラ軸直径 (cm) l : 軸受有効巾 (cm) p : ローラ作用荷重 (kgf)

軸受メタルの材料はオイルレスメタルを標準とする。

3.4.7 接合

- 扉体の接合は、原則として溶接接合とする。溶接は連続溶接とする。
- 取水塔の接合は、原則として溶接またはリベット接合とする。
ただし、接水部以外は高力ボルトを採用することができる。
- スクリーンの接合は、取外しを行う必要がある箇所は原則としてステンレスボルトとする。

〔解説〕

1. 接合方法は、一般に溶接、リベット及びボルト接合があるが、扉体の接合は形状、機能の面から溶接接合が適切である。

なお、溶接接合とするのが不利となる場合にはリベット又はステンレスボルトによる接合を採用してもよい。

ステンレスボルトを用いる場合には、被締付材料の腐食に留意するものとする。

2. 取水塔等には、一般的には高力ボルト等のボルト接合の採用が考えられるが、腐食の点で課題が多い。ただし、塔上部に設ける機械室の床組などでは施工を入念に行えば支障ないものとする。このようしたことから取水塔の部材の接合は全て溶接を採用する例が多いが、この場合、拘束応力、ひずみの点に留意して、設計、施工を行なうものとする。これに対し、リベット接合は、取水塔などに対しては総合的に適した接合方法である。

3. スクリーンは、取外しを考慮して、原則としてステンレスボルトとする。

3.4.8 戸当り

戸当りは各取水ゲート型式に適合した形状構造とし、水密上必要な寸法と精度を有し、かつ扉体支承部からの荷重を安全に取水塔に伝える構造とする。

〔解説〕

1. 戸当りには、①水密(止水)、②扉体からの荷重を取り水塔に伝達し扉体をガイドする2つの目的がある。構造形式にはゲート形式により両方の目的を兼ねたものと、単独のものとがあるが、それぞれの目的を十分に満足する構造でなければならない。

戸当り側の、水密ゴム及びローラの当る面(踏面板)は、腐食すると水密ゴムの損傷や荷重の伝達を損うので、材料としてはステンレス鋼板とする。この踏面板の形状は水密と荷重伝達のためには一定の平滑度と水密ゴム及びローラの当る必要な幅を有するものとする。また、踏面板は、荷重によって変形するこがないよう剛性のあるH形鋼等の面に溶接する。

2. 半円型取水ゲート等の主ローラの戸当りレールは、ローラからの局部応力によるコンクリートのクラックを防ぐような構造とする。

3.4.9 水密構造

水密構造は必要とする水密性及び保守点検を考慮して適切な構造とする。

〔解説〕

水密部の構造は、漏水のないものとすることが望ましい。ただし、構造の簡易化の面から取水目的に応じて許容される水量の漏水(以下「許容漏水量」)は認めるものとする。すなわち、取水ゲートの水密は、次の各型式で示すように円型ゲートの扉体間の水密方式にメンブレンゴムを用いた完全水密方式(図3.

4.4) あるいは完全水密に近い水密ゴムをバネで圧着する方式(図3.4.5)を除けば、次に示す理由からかなり難しい。

各取水ゲート形式における水密構造は、構造及び材料の発展・向上や許容漏水量から柔軟な対応が必要であるが標準的には次のとおりである。なお、図3.4.6に各型式のなかから一例を示す。

(1) 直線及び半円型取水ゲートの場合

側部水密は、戸当りレールの踏面板に、扉体に取付けるP型又はL型の水密ゴムを水圧で押付け止水を行う。

水密ゴムの取付はボルトとし、そのピッチは100mm程度とする。

扉体間の水密は、一方の扉体のスキンプレート面に、相対する扉体の水密ゴム押し付けて行うが、完全な水密は非常に難しい。その原因としては、ローラと戸当りの構造上から扉体と戸当りの間(ガイド部分)には5mm程度のすき間を必要とするため、水密ゴムは完全に密着させにくくことに加え側部の場合と異なり、ゴムの長さ方向と垂直な方向にスキンプレート面が摺動するので、あまり押し付けたり、L型のようなゴムを用いると、まくれ込みや破損の原因となる。しかし、この点をできるかぎり改良するために水密ゴムは平型ゴムを2重にしたり、特に近年ではチューブ型の形状としたものが用いられる傾向にある。

底部水密は、取水塔に設ける戸当り金物の面に扉体側の水密ゴムを扉体自重で密着させる。なお、取水塔との間を扉体間の水密と同様とする場合もある。

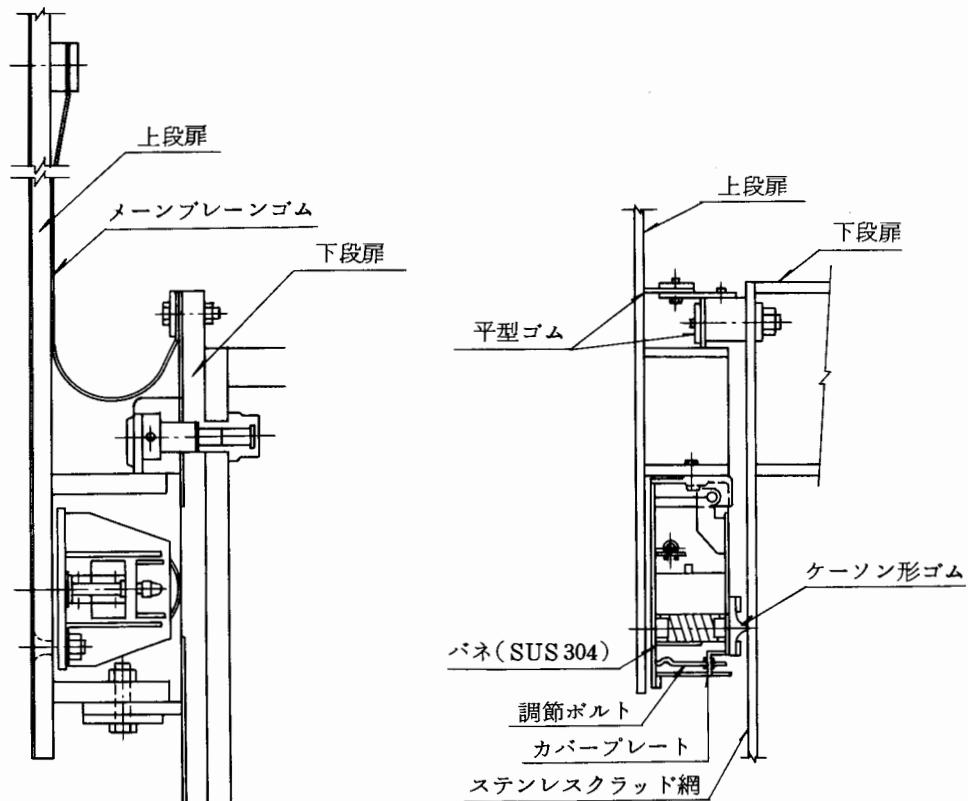


図3.4.4 メンブレーンゴムを用いた水密の例

図3.4.5 バネを併用した水密の例

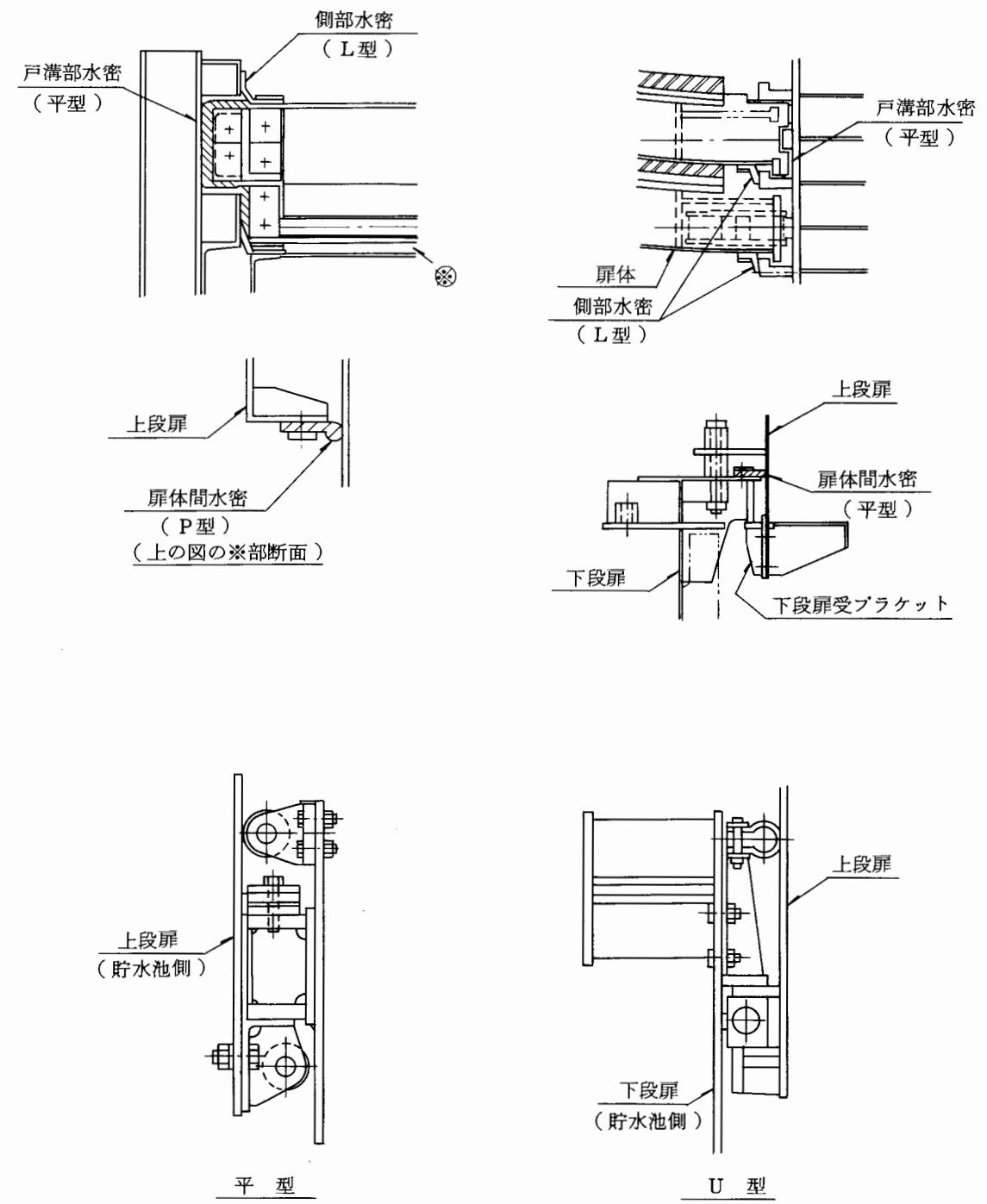


図3.4.6 取水ゲートの水密構造の例

その他、取水ゲートでは、戸溝と扉体間を戸溝形状に合せ水密ゴムで止水する必要がある。

(2) 円型取水ゲートの場合

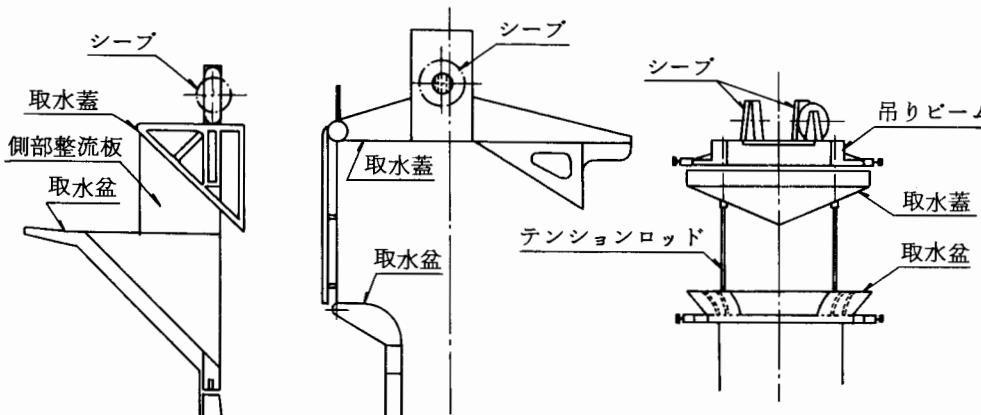
このゲートでは、水密は底部と扉体間の水密のみである。水密の考え方は直線型取水ゲートと同様で、水密ゴムの形状は平ゴム、Pゴムを用いる例が多い。ただし、近年メンブレンゴム（扉体間を扉体とはほぼ同形、同寸法の水密ゴムで連結する構造）、あるいはバネを併用する方式や中空U型の形状のゴムを使用する傾向がある。中空U型ゴムの方が平ゴム、Pゴムより追従性がよく、まくれ込みの危険が少ないので水密性が良好になる場合が多い。

3.4.10 吞口構造

1. 吞口の構造は、所要の取水性能を確保できる形状とする。
2. 取水蓋はフロートを兼用する場合を除き、密閉構造としないことが望ましい。
3. 取水盆は最上段の扉体に剛な接合とする。

〔解説〕

1. 所要の取水性能を確保するため必要により図3.4.7のような取水蓋、取水盆を付ける場合がある。
2. 取水蓋の構造は、図3.4.7の(a), (b)で示されるようにほとんど開断面のものや、(c)のような閉断面のものでも、浮力を与えないこと及びメンテナンスの点から密閉構造としないことが望ましい。なお、(c)のような閉断面のものでは波浪による上下動の力が開閉機構に直接作用しないように吊ロッドをガイドにして、上下動に対し自由なものとすることが望ましい。また、リフティングビームを兼ねる場合は扉体との間を調整できるものとし、扉体の片吊りのないものとする。
3. 取水盆は最上段の扉体を剛なものとして、これから張り出す片持はりとみなしてよいものとする。



(a) 直線型取水ゲート

(b) 半円型取水ゲート

(c) 円形型取水ゲート

図3.4.7 吞口形状・構造の例

3.5 直線型取水ゲートの設計

3.5.1 扉体

直線型取水ゲートの扉体の形状及び構造は主横桁、端縦桁及びローラ軸支持桁を主たる骨組構造とし、必要によりその他の補助桁を設けるものとする。なお、扉体連結フックは原則として縦桁の軸上に設け荷重の分散をはかるものとする。

主ローラは、一葉の扉体の片側に原則として2個とする。

〔解説〕

1. 直線型取水ゲートの扉体は、構造が簡明で小形から大形まで使用例が多い。部材形状、扉体間の水密構造及び支承部の構造・形状は、許容漏水量や戸当りのコンクリート構造との関係を考慮して決めるものとする。

扉体の主要部材は、図3.5.1に示すように主横桁、端縦桁、スキンプレート及び支承部で構成する。これらの設計に関し次の事項を参考とするものとする。

- ① 主ローラの個数は荷重の不均衡を防ぐため扉体に対し片側2個とすることが望ましい。ローラの直径は戸当りの大きさの制約から、実績では200~400mmとする例が多いが、近年では流水によるワイヤロープの振動などを防ぐためワイヤロープを戸溝内に入れ、これに伴いローラ直径を大きくすることもある。片側2個では戸当り形状が大きくなり構造上不利な場合には各段の扉体を片側2個毎の何葉かに別け、それぞれフレキシブルなジョイントで接続する方式とすることが望ましい。扉体に対し、片側3個以上のローラを設ける場合には全てのローラが戸当りに均等に当るよう主ローラ軸に偏心軸を用いるなど、当り具合を調節できる構造とするものとする。
- ② 各段の扉体の間隔は戸当りレールの大きさ、水密構造及び扉体連結フックの大きさを考慮してきめる。一般には上150~200mm程度で、規模の大きなゲートではそれ以上必要とする。
- ③ 各段扉は最下段扉を除き、各上段扉に片吊りされているので、扉体には隅力が作用し、前後に傾く。この量が多い場合には扉体間の水密部に過大な隙間が生じ水密上支障となる。一般には、主ローラと戸当との隙間を可能な限り小さくして対応するものとする。

これらから直線型取水ゲートの設計フローは次を参考とすることができる。

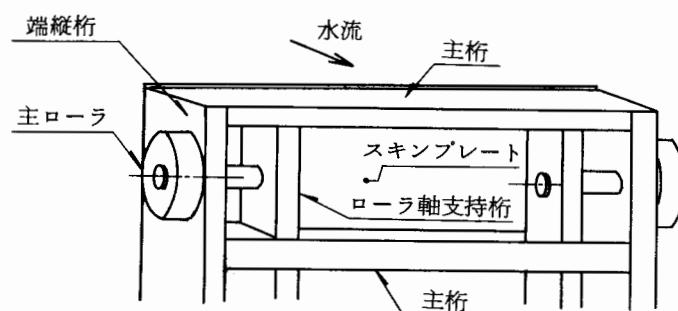


図3.5.1 直線型取水ゲートの主構造(参考)

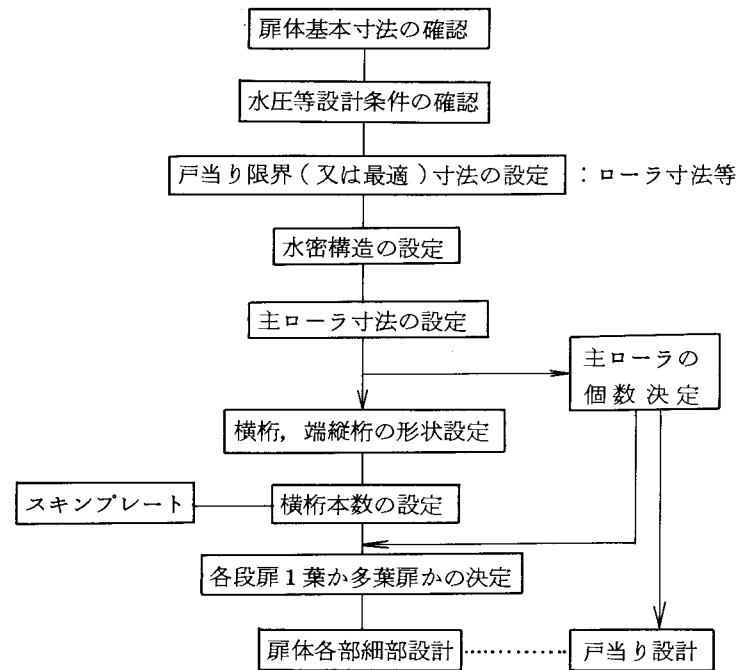


図 3.5.2 直線型取水ゲートの扉体設計フロー(参考)

2. 主要部の計算

(1) 主 桁

① 主桁の配置は右のフローを参考とする。

② 主桁の計算

主桁は主ローラを支点とする単純はりとする。

曲げモーメント M ($t \cdot m$) は

$$M_{max} = \frac{P(2L-B)}{8} (\text{t f} \cdot \text{m})$$

$$M_x = \frac{P}{2} \times \frac{W(x-a)^2}{2} (\text{t f} \cdot \text{m}) \quad (3.5.1)$$

ここで, P : 主桁1本にかかる

荷重 $P = W \cdot B$ (t f)

B : 水密巾 (m)

W : 単位当り荷重 ($\text{t f}/\text{m}$)

L : ローラ中心間の距離

(m)

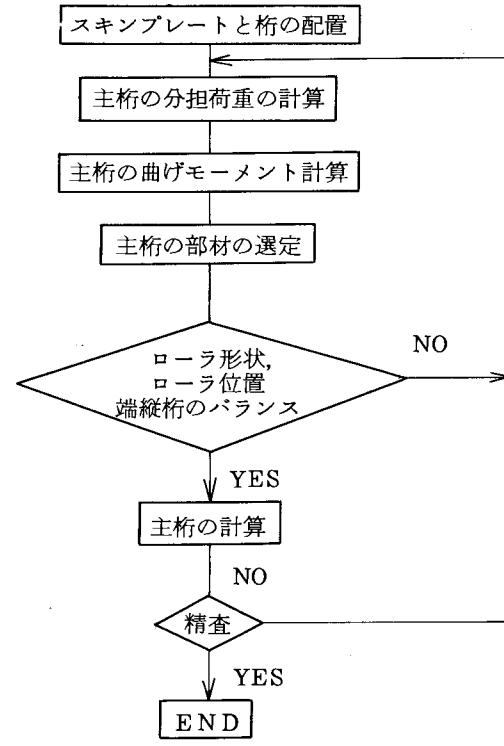


図 3.5.3 主桁配置決定のフロー(参考)

せん断力 Q (t f)

$$Q_{max} = \frac{P}{2} \quad Q = \frac{W \cdot B}{2} - W(x-a) \quad (3.5.2)$$

たわみ量(桁は等断面桁とみなす)

$$\delta = \frac{W\ell}{48E} \left(L^3 - \frac{1}{2} L\ell^2 + \frac{\ell^3}{8} \right) \quad (\text{cm}) \quad (3.5.3)$$

ここに, δ : 最大たわみ量 (cm)

W : 単位長さ当り荷重 ($\text{kg f}/\text{cm}$)

ℓ : 水密巾 (cm)

L : ローラ中心間隔 (cm)

E : 弹性係数 ($2.1 \times 10^6 \text{ kg f}/\text{cm}^3$)

I : 主桁の断面二次モーメント (cm^4)

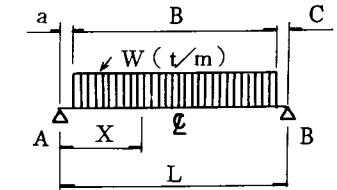


図 3.5.4 主桁の模式図

(2) 主ローラと端縦桁

① ローラ

主ローラは 3.4.6 条によって検討する。

② 端縦桁

端縦桁は次のとおりとする。なお、端縦桁の桁高は主ローラに関連させて決める。

(1) 一葉の端縦桁にローラを 2 個とする場合

は右図のような単純はりとする。

ここに, P_i : 主横桁荷重

R_1, R_2 : ローラ荷重

(支点反力)

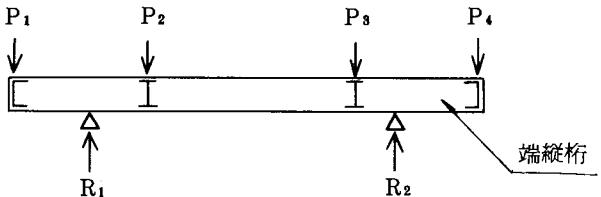


図 3.5.6 端縦桁の構成

この場合は、それぞれ端縦桁の R_1 と R_2 と P_2 及び P_3 部の曲げモーメントが極力等しくなるようローラを配置するのがよい。

(2) 端縦桁にローラを 3 個以上設ける場合は、連続はりとする。

このとき

・主横桁の荷重は、分布荷重とみなしてもよい。

・端縦桁への主ローラの配置はローラを各支点モーメントが等しくなるように配置することが望ましい。この場合、支点反力(ローラに作用する荷重)は両端が中央部より小さくなるが、扉体の吊上げられている状態は吊心と扉体の重心が一致しないため、実際には両端のローラが中央部より大きな偏荷重が作用すると考えられるのでこの方が安全である。従って主ローラの形状を全て同じとすればローラに関する偏荷重の検討は省略してもよい。

等分布荷重を受ける連続はりの支点モーメントの等しくなるのは次表の関係がある。

表3.5.1 支点及び支点間中央の曲げモーメントの等しい連続はり

		支 点 の 数			
		3	4	5	6
距 離	L1	0.144949L	0.106967L	0.08476L	0.070188L
	L2	0.355051L	0.262021L	0.20762L	0.171925L
各支点に於ける 反 力	R0	0.322475WL	0.237979WL	0.188570WL	0.156150WL
	R1	0.355051WL	0.262021WL	0.207620WL	0.171925WL
各支点に於ける 曲げ モーメント	M1	0.1050511	0.00572118	0.00359213	0.00246318
	M2	WL ²	WL ²	WL ²	WL ²
各支点中央に於け る曲げモーメント	M3	0.00529331	0.00286063	0.00179609	0.001231598
		WL ²	WL ²	WL ²	WL ²

(3.5.5)

なお、端縦桁は曲げ応力度、せん断応力度とも大きく、かつ作用点が同一点となるので、次式で合成応力を検討する。

$$\left(\frac{\sigma}{\sigma_a}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_a}\right)^2 \leq 1.2 \quad (3.5.6)$$

ここで、 σ ：端縦桁の曲げ応力度 (kgf/cm^2)

σ_a ：許容曲げ応力度 (kgf/cm^2)

τ ：端縦桁のせん断応力度 (kgf/cm^2)

τ_a ：許容せん断応力度 (kgf/cm^2)

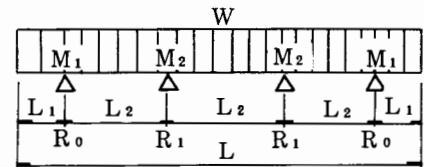


図3.5.7 連続はりの例

主ローラ軸取付部のせん断応力度は次により計算することができる。

$$\tau = \frac{Q}{Aw'} \leq \tau_a \quad (3.5.7)$$

ここで、 Q ：せん断力 (kgf)

Aw' ：せん断力を受ける腹板の断面積

(図3.5.8においてQの荷重を受ける側の斜線部分)

(端縦桁にローラ軸が貫通しない場合は腹板の総断面積とする。) (cm^2)

τ_a ：許容せん断応力度 (kgf/cm^2)

(3) 主ローラ軸とローラ軸支持桁

① 主ローラ軸の計算は次式によることができる。

最大曲げモーメント

$$M = PR \cdot L_2 \quad (3.5.8)$$

ここで、 M ：最大曲げモーメント ($kgf\text{-}cm$)

PR ：ローラの荷重 (kgf)

L_2 ：端縦桁腹板中心からローラ中心までの距離 (cm)

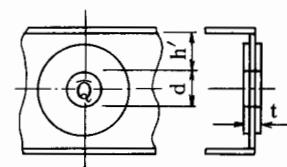


図3.5.8 ローラ軸取付部

断面係数

$$Z = \frac{\pi}{32} d o^3 \quad (3.5.9)$$

ここに、 Z ：最大曲げモーメント点の軸の断面

係数 (cm^3)

do ：当該点の軸の直径 (cm)

せん断力

$$A \text{ 点: } Q_1 = \frac{L_2}{L_1} PR \quad (3.5.10)$$

$$B, C \text{ 点: } Q_2 = PR$$

ここに、 Q_i ：各点におけるせん断力 (kgf)

なお、ローラ荷重として地震時以外の荷重を考慮した場合には、曲げモーメントと開閉時のねじりモーメントを合成する。

ねじりモーメント

$$T = \mu P_R \frac{do}{2} \quad (3.5.11)$$

ここで、 T ：ねじりモーメント ($kgf\text{-}cm$)

P_R ：ローラ1個当たりの操作時の荷重 (kgf)

do ：軸の直径 (cm)

μ ：摩擦係数 (0.2)

相当曲げモーメント

$$Me = 1/2 (M \pm \sqrt{M^2 + T^2}) \quad (3.5.12)$$

ここで、 Me ：相当曲げモーメント ($kgf\text{-}cm$)

M ：曲げモーメント ($kgf\text{-}cm$)

T ：ねじりモーメント ($kgf\text{-}cm$)

② ローラ軸支持桁

この桁は、扉体全体の荷重の伝達上からは、端縦桁の1組とみなすことができるが、ここでは主ローラ軸に作用する端縦桁と反対向きの反力を支持できればよいものとする。

ローラ反力をのみからば桁のフランジは必要ないが、フランジを付けない桁は座屈に関して弱いので腹板の厚さ以上で、巾100mm程度のフランジをもつ桁とすることが望ましい。

桁高 (右図h)は主横桁の高さに合せることが望ましい。

配置は、バランスと作業性を考慮して右図において $L_1 \geq 3 \times L_2$ 又は30cmとするのがよい。

(4) その他の縦桁

① 径間が3m程度以上ある扉体では3m間隔程度に主

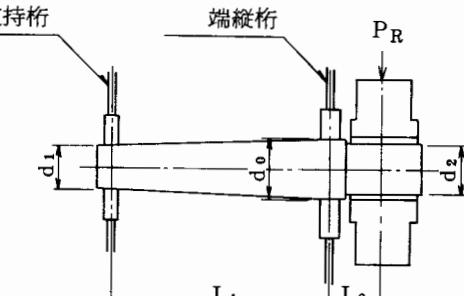


図3.5.9 主ローラ軸

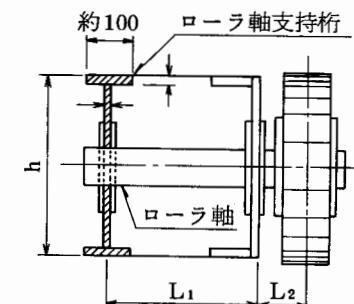


図3.5.10 主ローラ支持桁

横桁と等しい桁高の縦桁を設けることが望ましい。

② なお、上下扉体の連結フックを取り付ける箇所は、ローラ支持桁等の延長線上とするが、多段扉ではゲートを全縮した場合にフックが一線上に重り支障となることがあるので、フックがこれらの縦桁の延長線上に設けられない場合には、フックを取り付ける箇所にはすくなくとも横主桁2本の間に補剛縦桁を設けるものとする。

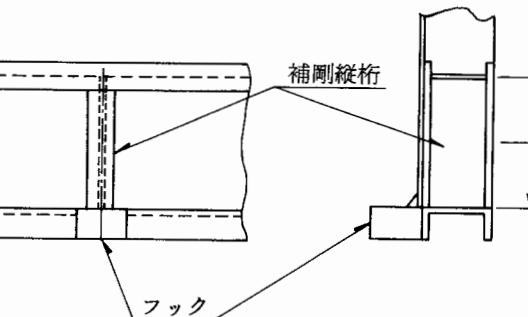


図3.5.11 フック取付部の補鋼縦桁の例

この桁は、下段扉上開閉装置により、下段扉から引上げる場合には、上段の扉体の桁は扉体の自重を集中荷重として受ける柱とし座屈しないよう部材寸法を決める。座屈長さは上図において l の $1/2$ の長さとする。

(5) 扉体連結フック

フックは、できるかぎり広い間隔とし、原則として2個とする。

フックの構造は扉体側は剛なものとみなし、片持はりとする。扉体との接合は必要により取外しを考慮してボルト接合とすることが望ましい。

3.5.2 戸当り

1. 直線型取水ゲートの戸当りの構造は作用する荷重の他、架設時に作用する力に対しても安全なものとする。

2. 戸当りには、扉体の取外しが可能な部分を設けるものとする。

〔解説〕

1. 直線型取水ゲートの戸当りは、図3.5.13に示す(a)(b)などの方式がある。全体形状は右図のとおりである。

(a)(b)の方式は基本的には変りないが(a)は、主ローラの踏面と側部水密ゴムの踏面板を同一面とし(b)は別々な面とするものである。(a)は、側部水密ゴムが戸溝内に入る所以水密ゴムのメンテナンスの点で不利であるが、ステンレス鋼板の範囲が少ない分有利である。

これら戸当り構造は一般のゲートの場合に比べ、戸当り金物がコンクリートに直接埋設されない点が異なる。

ただし、図3.5.14に示すような各段の扉体の径間を変える型式の取水ゲートでは、戸当りの構造はクロストローラゲートなどの場合と同様にコンクリートに埋設する。

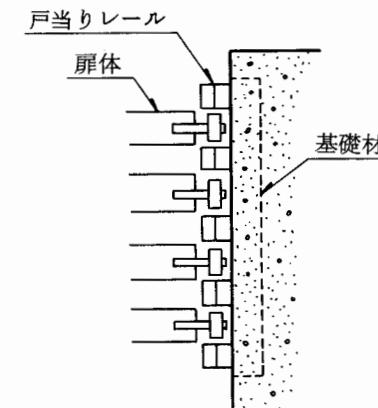
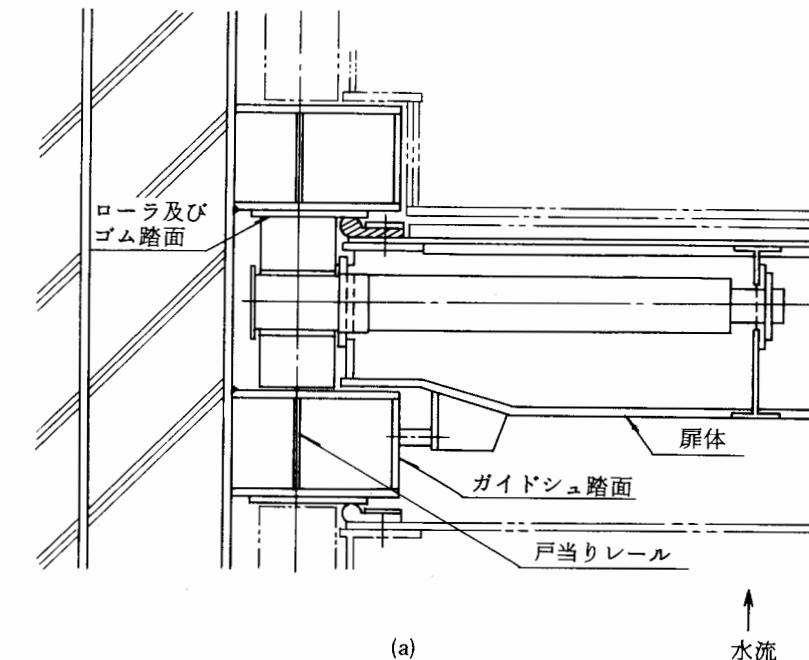
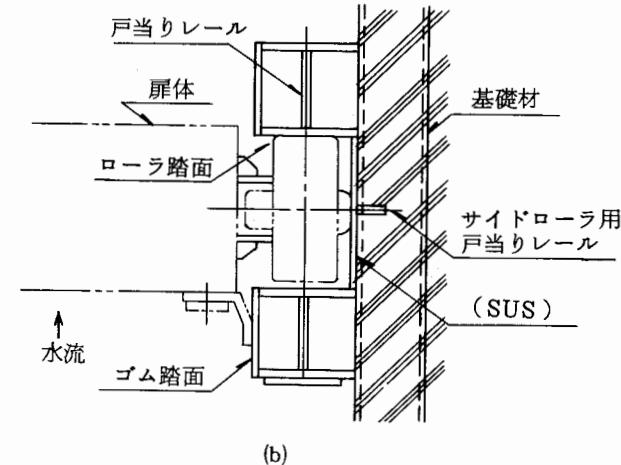


図3.5.12 直線型取水ゲートの戸当りの例



(a)



(b)

図3.5.13 直線型取水ゲートの戸当りの構造の例

2. 戸当りの構造計算は次によることができる。

(1) 戸当りレール

直線型取水ゲートの扉体と戸当りの関係構造は一般的な例を図3.5.13に示したが、この構造において主ローラからコンクリートへの荷重の伝達は図3.5.15に示す考え方とする。



図3.5.15 ローラ荷重の伝達

1) 戸当りレールの構造は基礎材を支点とする連続はりの要素もあるが、ここではローラの荷重条件を考慮して計算は基礎材を支点とする単純はりとする。

この場合の支点の反力は、図3.5.16の構造では戸当りレールを基礎材にとりつけるすみ肉溶接のせん断力で基礎材からコンクリートに伝える考え方の例が多い。

2) たわみは、対する扉体のローラが扉体の片側に2個の場合は $1/800$ 以下、3個以上の場合にはたわみがローラ荷重に大きく影響しないよう実状に応じて決定することが望ましい。

3) 戸当りレールの腹板の厚さは、次式を満足することが望ましい。

$$t_w \geq \frac{P}{b_p \sigma_b} \quad (3.5.13)$$

ここで、 t_w ：腹板の厚さ(cm)

P ：ローラ作用荷重(kgf)

σ_b ：腹板の局部応力度(kgf/cm²)

b_p ：腹板の仮想受圧断面積

$b_p = 2C + 2(t_r + t_f)$ (cm)

$2C$ ：ヘルツのローラ接触巾(cm)

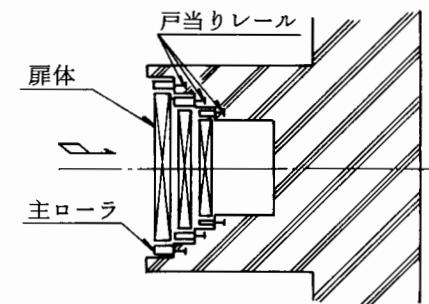


図3.5.14 各段扉の径間を変える形式のゲートの例

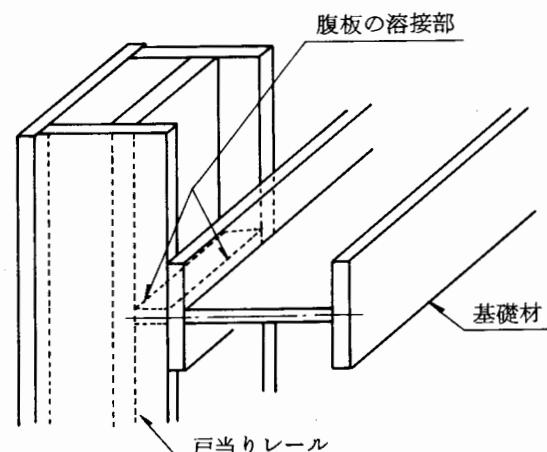


図3.5.16 戸当りレールを基礎材にとりつける溶接の例

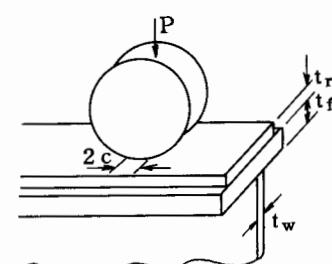


図3.5.17 戸当りレールの腹板の寸法

t_r ：レールの厚さ(cm)

t_f ：ローラレール上部フランジの厚さ(cm)

ただし、 $\sigma_b = 2100 \text{ kgf/cm}^2$ (SS41の場合)

(2) ローラ踏面板は、ローラの材料及び硬度に対し、次の組合せを目安とする。

ローラ材 SC49(HB150)
踏面板材 SUS304(HB150)

SCMn2B(HB190)
SUS329J1(HB220)

踏面板の厚さは地震時以外の荷重に関して、3.4.6条解説の計算における最大せん断応力度が生じる深さ(Z)の4倍以上かつ溶接による変形を考慮して6mm以上とするのがよい。

(3) 基礎材

基礎材は、戸当りレールから受ける荷重を安全にコンクリートに伝達させ、かつ戸当り全体の精度及び架設時の剛性を確保するものとする。

基礎材の設置間隔は、コンクリートの打込み高さに合せるのがよい。

基礎材からコンクリートへの荷重の伝達は、支圧力より摩擦力に支配されるので、伝達力は基礎材の埋設された面のコンクリート付着応力によることができる。

3.6 半円型取水ゲートの設計

3.6.1 扉体

半円型取水ゲートの扉体の形状及び構造は原則として次のとおりとする。

- 扉体は平面内(断面形)において、主ローラ軸線と、扉体(径間)の中心軸との交点を中心として、真円度を有するものとする。
- 主要部材はスキンプレート、アーチ桁及び端縦桁で構成し、この他必要により補助桁を設ける。
- ガイドローラは偏荷重に対して、横移動を少なくし、また、内圧が作用した場合には外れない構造とする。

[解説]

1. 半円形ゲートの基本の構造系は、従来から取扱われているように両端固定ヒンジの半円アーチ構造とする。この前提から半円の中心及び真円度については設計製作において十分配慮するものとする。半円の中心は、本文に示したとおり主ローラ軸と扉体の中心軸の交点とする。

2. 扉体は、スキンプレート、アーチ桁及び端縦桁で構成し設計のフローは図3.6.1を参考とする。

次のフローにおいて両端固定ヒンジの半円アーチ構造は、等分布の外圧(又は、内圧)に関しては、面内では曲げモーメントは生じないが、横荷重(偏圧力)が作用した場合には曲げモーメントが生じる。

この偏圧力に対抗するのはスキンプレートは考慮せず、アーチ桁のみを対象とする。

この桁の支点部にそれぞれ主ローラを設けるのがよい。

扉体に作用する荷重の流れは、図3.6.2のように考える。

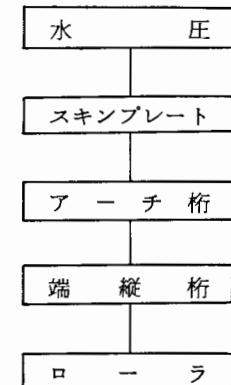
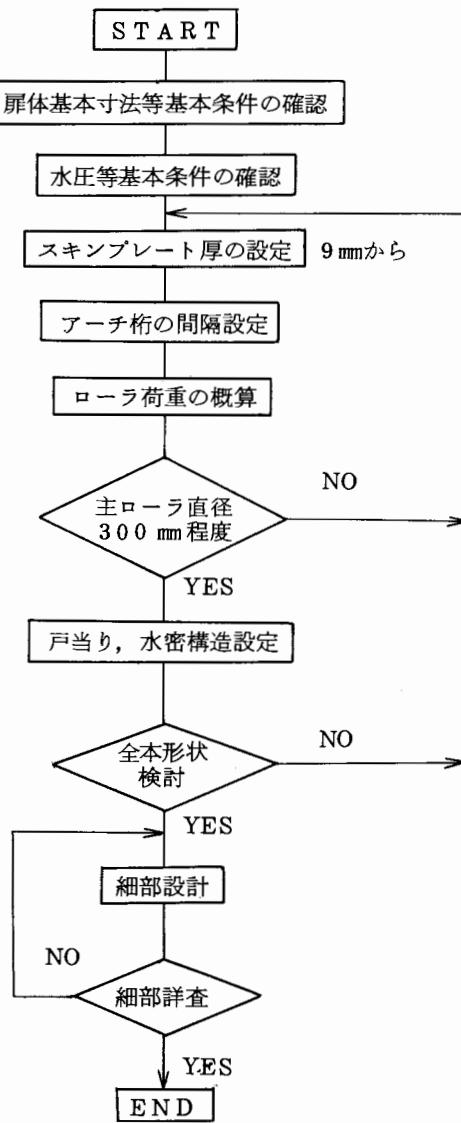


図 3.6.2 荷重の伝達

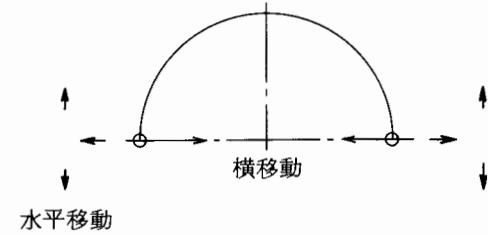


図 3.6.1 半円型取水ゲート設計のフロー(参考) 図 3.6.3 半円型取水ゲートの扉体の移動

3. 半円型取水ゲートはアーチ構造の原則から厳密にはヒンジの移動は許されないが、開閉動作が伴うため、ローラと戸当りの間には一定の遊びを必要とする。このため既存のゲートは10mm程度の移動を許容している。この許容は、地震時などの横移動に対して左右同時にストッパーに当ることを前提とする(図3.6.3参照)。なお一定の精度を確保するためには、移動量はできる限り少ない方がよい。移動規制の構造形式は、図3.6.4のような例がある。

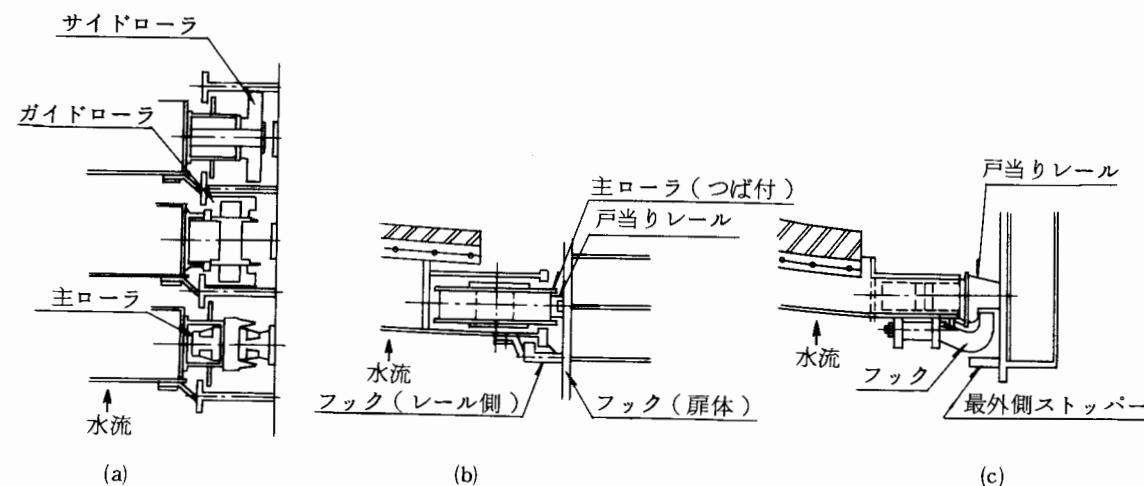


図 3.6.4 半円型取水ゲートの扉体移動の規制

(a)の構造は移動の規制を全てローラを用いて行う例で、図はそれぞれのローラの断面を表示している。
(b)の場合は、横移動の規制をレールとつば付きの主ローラで行い、抜け出し防止を扉体及び戸当り側で行う。
(c)の場合は、移動を扉体に取り付けたフック及びレールを兼ねたフックで規制する。なお、(c)の扉体側のフックは回転させることで扉体の取外しが容易に行える構造である。

各方式の荷重の伝達は次図のとおりである。

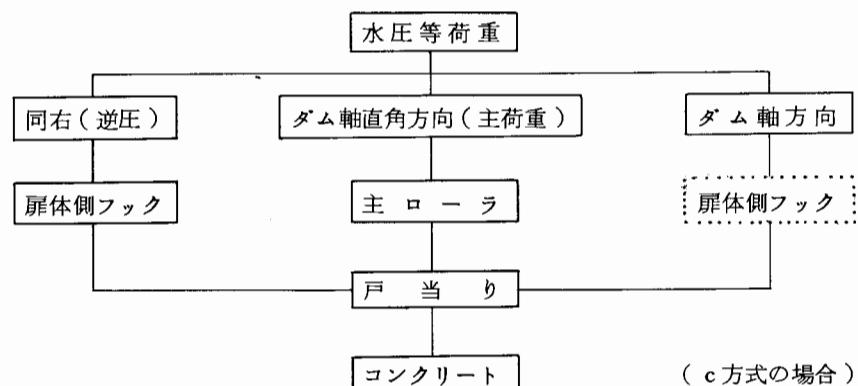
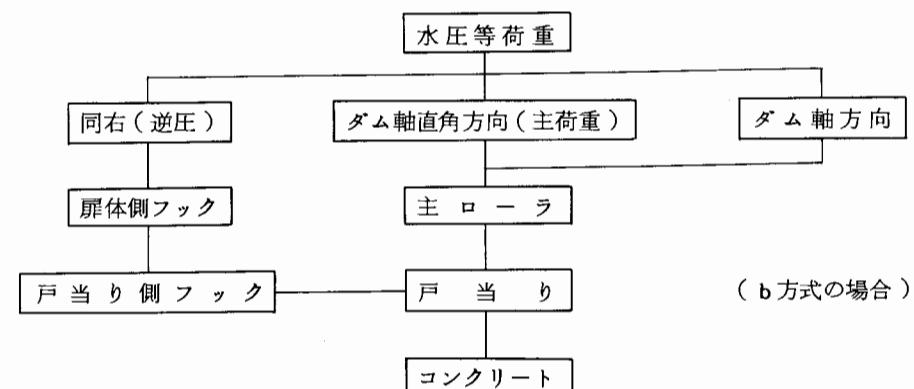
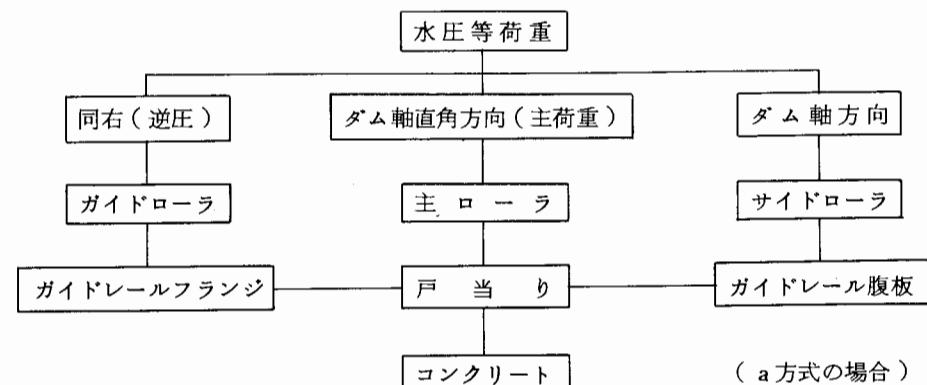


図 3.6.4 (2) 戸当りへの荷重の伝達

それぞれの特質を示す。

表 3.6.1 水平及び横移動を規制する構造例の比較

	(a) の例	(b) の例	(c) の例
利点	<ul style="list-style-type: none"> 摩擦抵抗は小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 構造が簡単 	<ul style="list-style-type: none"> 扉体の取外しが容易
欠点	<ul style="list-style-type: none"> ローラと戸当りのすき間の調整が難しい。 ローラのメンテナンスが難しい。 扉体取外しに戸当りの工夫が必要。 同左 	<ul style="list-style-type: none"> すき間の調整はできない。 ローラの脱輪が生じる可能性がある。 	

4. 半円型取水ゲートの扉体の構造の設計計算にあたっては、その応力の流れを厳密に検討すれば、かなり複雑なので、必要により立体構造計算等を行うのもよい。ただし計算の精度と構造の精度とが一致しない面もあるので、次に示す簡易な計算でもよいものとする。

(1) スキンプレート

スキンプレートはアーチ桁及び端縦桁（又は必要により補助桁）で支持された平板として取扱ってもよいものとし、(3.4.1)式に準じる。

このことだけに関して、半円形ゲートのスキンプレートは曲げ応力は生じないとする考え方では、偏外圧を受けたときのスキンプレートからアーチ構造への応力の流れが説明しにくいので、厳密にはFEM解析などを行うこともある。実用的には、単純にアーチ桁への荷重の伝達は平板と仮定するスキンプレートから伝達されるものとして取り扱うことができる。

(2) アーチ桁

アーチ桁は、2点固定ヒンジアーチ構造として扱う。

1) アーチ桁の間隔

アーチ桁の間隔は、実績では、ほぼ1m以内となっているが、スキンプレートを平板と考えることにより、①スキンプレートの厚さを9mm程度、②主ローラの直径は300mm程度以下になるような荷重分担から定めるのがよい。

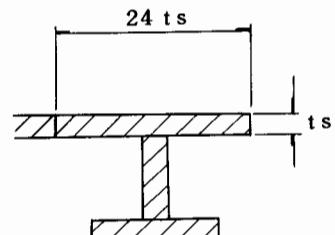
これは、板と桁で版構造を形成する場合には半円型取水ゲート等のゲートでは剛性、溶接性、重量の点で鋼板の厚さは10mm程度が優れていること。ローラ径があまり大きくな方が、アーチ構造、戸当り構造の点で半円形ゲートに適するためである。

2) アーチ桁の構造

アーチ桁はスキンプレートと協働させ、右図の形状とすることができる。

3) アーチ桁の応力度および支点反力

半円ゲートのアーチ桁の応力度および支点反力は、各荷重条件について表3.3.2に示す計算式を用いることができる。



ここに、ts：スキンプレートの厚さ

表 3.6.2 アーチ桁の応力度および支点反力

各荷重条件	軸応力度	せん断応力度	曲げ応力度	支点反力	
				ダム軸直角向	ダム軸方向
静水圧	$\frac{1}{A} P_0 \cdot a$	—	—	$P_0 \cdot a$	—
ダム軸直角方向動水圧	$\frac{1}{A} P_w \cdot a$	—	—	$P_w \cdot a$	—
ダム軸方向動水圧	$\frac{1}{A} \cdot \frac{P_c \cdot a}{2}$ $(\pi - 2\theta) \cdot \sin \theta$	$\frac{1}{Aw} \cdot \frac{P_c \cdot a}{2}$ $(\pi - 2\theta) \cdot \sin \theta$	$\frac{1}{Z} \cdot \frac{P_c \cdot a^2}{2}$ $(\pi - 2\theta) \cdot \sin \theta$	—	$\frac{P_c \cdot \pi \cdot a}{2}$

ダム軸直角方向の荷重

$$\textcircled{1} \quad \frac{1}{A} \frac{P a' a}{4} \{ 3 \sin \theta - (\pi - 2\theta) \cos \theta \}$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{1}{Z} \frac{P a' a^2}{4} \{ \pi - 3 \sin \theta - (\pi - 2\theta) \cos \theta \}$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{1}{Aw} \frac{P a' a}{4} \{ \cos \theta - (\pi - 2\theta) \sin \theta \}$$

$$\textcircled{4} \quad \frac{P a' \pi a}{4} \quad \textcircled{5} \quad \frac{P a' a}{4}$$

ここで、 P_0 ：単位桁長あたりの静水圧の大きさ (kgf/cm)

P_w ：“” ダム軸直角方向動水圧の大きさ (kgf/cm)

P_c ：“” ダム軸方向動水圧の大きさ (kgf/cm)

a ：アーチ桁曲率半径 (cm)

θ ：アーチ桁計算対象断面とダム軸のなす角度 (rad)

A ：桁断面積 (cm^2)

Aw ：桁のウェブ断面積 (cm^2)

Z ：桁の断面係数 (cm^3)

地震荷重の作用方向には種々の方向があるが、3.1に示した荷重算定式を用いた場合、部材応力、支点応力とも荷重方向がダム軸方向またはダム軸直角方向のいずれかの最大値をとることから、この2方向の荷重について検討すれば十分である。

表 3.6.3 応力が最大となる位置 θ

応力種別	荷重方向	ダム軸方 向	ダム軸直角方向
軸力 N	41°	0°	
せん断力 Q	0°	0°	
曲りモーメント M	41°	23°	

ダム軸および軸直角方向の地震荷重に
対し応力が最大となる位置を右表に示す。

なお、2)に示す構造からアーチ桁の応力度に、スキンプレートの応力度を合成する必要がある。

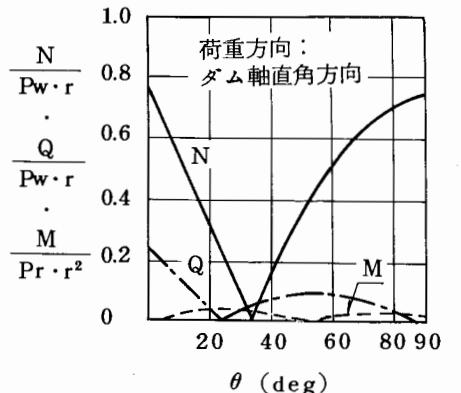
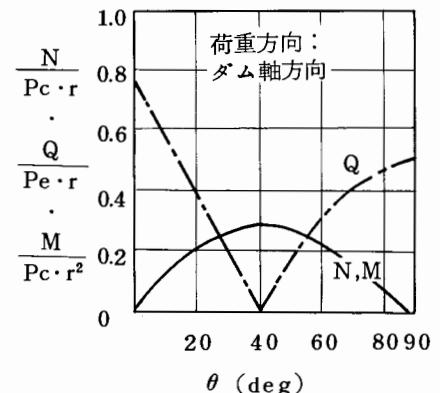
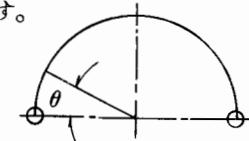


図 3.6.6 アーチ桁軸方向の部材応力の変化

図 3.6.6において、 P_c ：ダム軸方向地震荷重の大きさ (tf/m)

P_w ：ダム軸直角方向地震荷重の大きさ (tf/m) (外圧+内圧)

r ：アーチ桁の曲率半径 (m)

N：軸力 (tf)

Q：せん断力 (tf)

M：曲げモーメント (tf·m)

(3) 端縦桁

端縦桁は、アーチ桁の軸延長線上に主ローラを設ける構造の場合には、この桁は理論的には必要としないが、扉体製作上や理論以外の外力及びローラや水密ゴムの取り付けを考慮して、アーチ桁の高さ(扉体の厚さ)以内の巾を有する適切な桁を設けるものとする。なお、扉体の主ローラは原則として端縦桁を介してアーチ桁に連続して設けるものとするが、アーチ桁に連続しない部分の端縦桁に設ける場合には、端縦桁の円周方向応力は、集中荷重を受ける桁として検討を行うものとする。

(4) 支承部

ローラは、直線ゲートに準じて計算することができる。軸については半円形ゲートでは、右図のような両端支持の単純はりとしてよい。

曲げモーメント

$$M_{\max} = 1/8 R (\ell + 4a) (\text{kgf-cm}) \quad (3.6.1)$$

せん断力

$$Q_{\max} = \frac{1}{2} R (\text{kgf}) \quad (3.6.2)$$

ここで、R：ローラ荷重 (kgf)

ℓ ：ローラ軸受の巾 (cm)

$$a = \frac{1}{2} (L - \ell)$$

L：軸受ブラケットの中心間の距離 (cm)

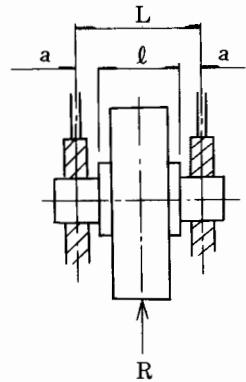


図 3.6.7 半円型取水ゲートの扉体の支承部

(5) 補助桁

1) 吊 桁

扉体の吊ビーム（又はフック）及び下段扉からの引上げ用フックの取付く軸線上には原則として吊桁を設ける。その断面は図3.6.8を参考とし、この断面の桁（柱）で、開閉力による引張力及び引き上げ時の扉体の自重による力で座屈しないものとする。

この桁は、半円型取水ゲートの場合には扉体の全長に設けるものとし、その座屈長さは、アーチ桁の間隔の $1/2$ の長さとする。

2) 縦補助桁

半円型取水ゲートでは、その形状から面外の剛性はあまり問題とならないので、縦補助桁は入れなくてもよい。

但し、アーチ桁円弧長(ℓ)の半分($\ell/2 = \ell'$)がアーチ桁のフランジの巾(b)

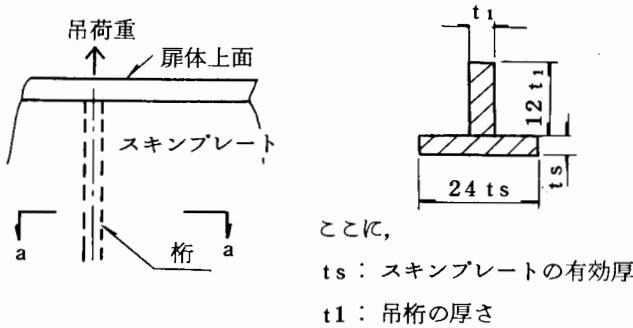


図3.6.8 吊 桁

に対し $\ell'/b \geq 30$ になる場合はアーチ桁のフランジを固定する縦補助桁を設けることが望ましい。この桁は吊桁と兼用してもよい。

3.6.2 戸当り

半円型取水ゲートの戸当りの構造は、直線型取水ゲートの場合の原則による他、次のとおりとする。

1. 戸当りレールは支圧力の他、引抜き力を、安全に取水塔に伝達できるものとする。
2. 戸当りの構造は扉体の取り外しに対応できるものとする。

〔解説〕

半円型取水ゲートの戸当りは、作用する荷重の方向が一定でないため3.6.4の図で示した例のようにその形状は慎重な設計が必要である。

1. 図に示した例の主ローラの戸当りの構造計算は、次のように考えることができる。

なお、図中有効フランジ巾(bf')は、桁のフランジとしての圧縮応力が作用するときは板厚(tf)の24倍、引張応力のみが作用する場合には同30倍と

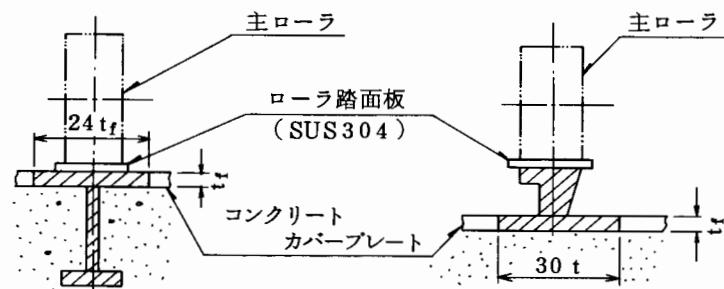


図3.6.9 半円形ゲートの戸当りの例

する。

(1) 支圧力について

3.6.9の図において、主ローラから受ける支圧力についての戸当り基本形状は上図、斜線部分で構成する。

① 戸当りレールの計算などは、直線ゲートの主ローラの項に準じることができるとおりである。

② ローラレールの計算は、アンドレの式によることができる。

$$k = 0.26 \cdot \frac{P^{3/4}}{bf} \cdot 4 \cdot \sqrt{\frac{2}{3} \cdot \frac{bf^2 \cdot k \cdot Em}{EI}}$$

$$k = 0.0588 \cdot \frac{P}{\sqrt[3]{bf^2 \cdot I}} \quad (3.6.3)$$

$$a = 0.75 \frac{P}{k \cdot bf}$$

$$M = \frac{k \cdot a^2 \cdot bf}{4}$$

ここで、 k : コンクリートの応力度 (kgf/cm^2)

P : ローラ1個当りの荷重 (kgf)

bf : ローラレールの底面巾 (cm)

Em : コンクリートの弾性係数 = 1.4×10^5 (kgf/cm^2)

E : 鋼の弾性係数 = 2.1×10^6 (kgf/cm^2)

I : ローラレールの断面二次モーメント (cm^4)

$2a$: ローラレール底面におけるコンクリートの応力の分布長さ (cm)

M : ローラレールの曲げモーメント ($kgf \cdot cm$)

tf : ローラレールの底面フランジの厚さ (cm)

(3) ローラレールの底面フランジの曲げ応力

$$M_f = \frac{k \cdot bf^2}{8} \quad (3.6.4)$$

$$\sigma = \frac{M_f}{\frac{tf^2}{6}} \quad (3.6.5)$$

ここで、 M_f : 曲げモーメント ($kgf \cdot cm \cdot cm$)

k : (3.6.3)式により求めたコンクリートの応力度 (kgf/cm^2)

bf : ローラレールの底面フランジの巾 (cm)

σ : 曲げ応力 (kgf/cm^2)

tf : ローラレールの底面フランジの厚さ (cm)

(2) 引抜き力について

引抜き力のコンクリートへの伝達は、図3.6.4(c)の場合を例として、次によることができます。

引抜き力は、フック等から戸当りレールを通して基礎材の横筋に伝わり、横筋から図3.6.11のよう

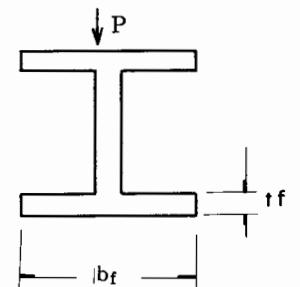


図3.6.10 ローラレール断面

せん断面に対応するコンクリートせん断力で検討するか又は同図の基礎材のフランジをアンカーポルトで直接支持する方式とする。あるいは、アンカーポルトを別に埋込みこの引抜き力によって検討する。

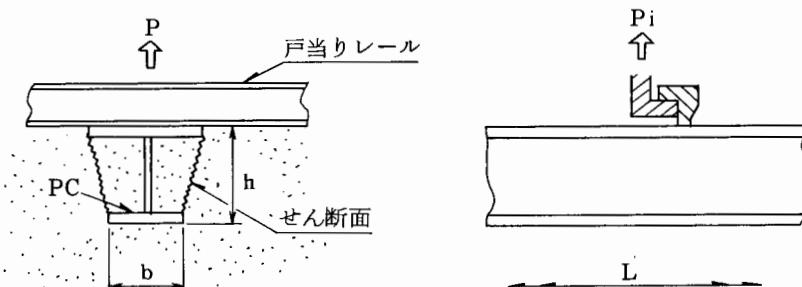


図 3.6.11 戸当り基礎材とコンクリートのせん断面

$$T_c = \frac{P}{2h \cdot L}$$

$$P_c = \frac{P}{b \cdot L}$$

ここに、 T_c : コンクリートに生じるせん断応力度 (kgf/cm^2)

P_c : コンクリートに生じる支圧応力度 (kgf/cm^2)

P : 各段扉の戸当りレールの当該横横に作用する引抜き力の合計 (ΣP_i)

(kgf)

b : 戸当りレールの底フランジの巾 (cm)

L : 基礎材のコンクリート中の長さ (cm)

3.7 円型取水ゲートの設計

3.7.1 扉体

円型取水ゲートの扉体の形状及び構造は原則として次のとおりとする。

- 扉体は真円度を有するものとする。
- 主要部材はスキンプレート及びリングガーダのみで構成する。リングガーダは各段扉の上部、下部の2ヶ所とする。
- 各段扉の上部又は下部のいずれかのリングガーダには主ローラ又はガイドシュを設ける。また、扉体間にも支承ローラ又はガイドシュを備えるものとする。
- スキンプレート(管胴)の厚さは、3.4.3条の最小板厚及び応力度から決る他次の条件を満たすものとする。

$$t \geq \frac{D + 800}{400}$$

ここに、 t : 余裕厚さを含む管胴の板厚 (mm)

D : 管の内径 (mm)

〔解説〕

- 円型取水ゲートの扉体は、構造の基本から真円度を必要とする。
- 真円構造とすることによって主要部材は、原則としてスキンプレート(管胴)と各段扉の上下に、扉体に作用する横荷重を取水塔等に伝達させ、また各段扉の自重による吊り下げ荷重をスキンプレートに分散させるようリングガーダを設けるのみでよい。
- 地震時等の横荷重を取水塔等に伝達させるための主ローラは、従来最上段の扉体のみに設ける方式もあったが、扉体間の過度の屈折による支障を防ぐため、全ての段扉に設けるものとする。この場合、主ローラは段扉の重りの関係で、重りの漸拡、漸縮の方式によって都合の良い上方又は下方のいずれかのリングガーダにのみ設ける。主ローラの取り付けられない上方又は下方には、扉体間に主ローラに相対するローラ又はシュを設け扉体の開閉をスムーズに行えるものとする。これらのローラは管胴の板厚に応じ必要なヶ数を設けるものとする。

- 円型取水ゲートのスキンプレート(管胴)の厚さは、設計外力から決める他、製作、運搬、据付に必要な剛性を確保するため本文に示す最小厚さの条件を満すものとする。

- 扉体設計の基本フローは次のように考える。

- 円形取水ゲートの主要部の設計計算は次に

よることができます。

(1) 管胴(スキンプレート)の計算

管胴は次の各式により計算することができる。
必要により各式により求める応力度の組合せを考慮しなければならない。

なお、以下の式中の符号について、板厚・余裕厚・直径・半径は図3.7.2及び次に示すものとする。

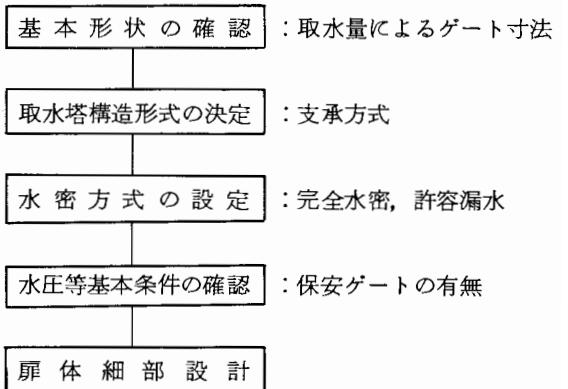


図 3.7.1 設計フロー

D_0 : 内径 (cm)

D_0' : 外径 (cm)

D : 内面側余裕厚を管胴の内面から除いた
ときの内径 = $D_0 + \epsilon_i$ (cm)

D' : 外面側余裕厚を管胴の外側から除いた
ときの外径 = $D_0' - \epsilon_u$ (cm)

D_m : 板厚の中心の直径 = $2r_m$ (cm)

r_m : 板厚の中心の半径 (cm)

t_0 : 管厚 (cm)

t : 余裕厚を除いた管厚 = $t_0 - (\epsilon_u + \epsilon_i)$ (cm)

ϵ_u : 外面側の接水面に対する余裕厚 (cm)

ϵ_i : 内面側の接水面に対する余裕厚 (cm)

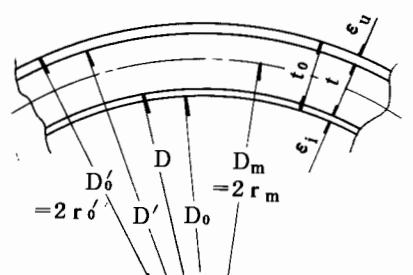


図 3.7.2

① 内圧(又は外圧)による応力度

$$\sigma = \frac{P \cdot D}{2t} \quad (\text{又は}, \frac{1}{2} \cdot \frac{P \cdot D'}{t})$$

ここで、 σ : 管胴の円周方向に生じる圧縮(又は引張)応力度(kgf/cm²)

P : 応力を求めようとする点の最大水圧(kgf/cm²)

D : 管胴の内径(cm)

D' : " 外径又は内径(D₀)(cm)

t : 有効管胴の板厚(cm)

この応力は、流水遮断を伴うゲートの水撃圧が作用する場合などに重要となる。

② 偏外力による応力度

偏外力に関しては、各段扉は右図のような単

純はりとする。

ここで、 ω : 単位長さ当たり偏荷重

(kgf/m)

ℓ : 各段扉の主ローラから
上段又は下段扉主ロー
ラの距離(m)

R : ローラ反力(kgf)

・管胴の断面性能は次によることができる。

$$A_p \doteq \pi \cdot D_m \cdot t \quad (\text{cm}^2)$$

但し、せん断応力を計算する場合の断面積は $A_p/2$ とする。

$$I_p = \pi \cdot t \cdot D_m^{3/2} \quad (\text{cm}^4)$$

$$Z_p = \pi \cdot t \cdot D_m^{2/3} \quad (\text{cm}^3)$$

ここで、 A_p : 断面積(cm²)

I_p : 管胴の断面2次モーメント(cm⁴)

Z_p : 管胴の断面係数(cm³)

t : 管胴の有効板厚(cm)

D_m : 管胴の平均直径(cm)

③ 外圧による限界座屈圧力

・管胴の限界座屈圧力は R.V.Southwell の式による。

$$P_k = \frac{E_s t}{r_m} \left\{ \frac{\pi^4}{n^4 (2^2 - 1)} - \left(\frac{r_m}{\ell} \right)^4 + \frac{n^2 - 1}{12(1 - \nu^2)} \left(\frac{t}{r_m} \right)^2 \right\}$$

近似的に $n^2 - 1 = n^2$ とすれば

$$P_k = 2.59 E_s \frac{t^{2.5}}{\ell \cdot D_m^{1.5}} > \text{管内空虚時外水圧}$$

ここで、 P_k : 限界座屈圧力(kgf/cm²)

E_s : 鋼の弾性係数(2.1×10^6 kgf/cm²)

(3.7.1)

ℓ : リングガーダの間隔

(一般に各段扉の主ローラが上段又は下段扉主ローラの距離)(cm)

n : しわの数

r_m : D_m/2

ν : 鋼のポアソン比

④ 扉体間のローラ接触による応力度

この応力度は次式による。

$$\tau = \frac{1}{2} \cdot \frac{P}{B} \cdot \frac{1}{t} \leq \tau_a \quad (3.7.5-1)$$

ここで、 τ : ローラ接触により外側扉体の管胴に生じる応力度(kgf/cm²)

P : ローラ荷重(kgf)

B : ローラ踏面の幅(cm)

τ_a : せん断許容応力度(kgf/cm²)

$$P = \alpha P' = \alpha (5/8 \cdot k \cdot W_0 \cdot \pi \cdot a^2 \cdot \ell + 1/2 \cdot k \cdot W_G) \quad (3.7.5-2)$$

ここで、 P' : 計算対象となる管胴の1段上の管胴に作用する全荷重

P : ローラ1個あたりの荷重

α : ローラ個数によって決まる定数(表-1)

ローラ個数N	3	4	6	8	10	12
α	1	1	0.5	0.414	0.309	0.268

W_0 : 水の単位体積重量

a : 管胴の直径(平均)

k : 地震係数

W_G : 計算対象となる管胴の1段上の管胴自重

ℓ : " 管胴長

(2) リングガーダ

リングガーダは次の各式により計算することができる。但し、1) 2) の組合せは考慮しなくてもよい。

1) 外圧を受けるリングガーダの限界圧力

$$P_k = \frac{24 E_s I}{(1 - \nu^2) D_{0'}^3 \ell} \quad (3.7.6)$$

ここで、 P_k : 限界座屈圧力(kgf/cm²)

I : 補剛材合成断面2次モーメント(cm⁴)

ν : ポアソン比(0.3)

D_{0'} : 管胴の外径(cm)

ℓ : リングガーダの間隔(cm)

2) ローラ反力によるリングガーダの応力度※1)

この検討はローラの取付け数を勘案して次図3.7.4(A)(B)のケースについて検討するものとする。このときのローラ反力は、上・下段の両方ゲートを対象とする。

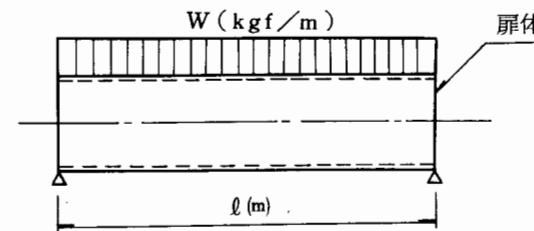


図3.7.3 円型取水ゲートの偏外力による剛性

(3.7.2)

(3.7.3)

(3.7.4)

(3.7.5)

(3.7.6)

(3.7.7)

(3.7.8)

(3.7.9)

(3.7.10)

(3.7.11)

(3.7.12)

(3.7.13)

(3.7.14)

(3.7.15)

(3.7.16)

(3.7.17)

(3.7.18)

(3.7.19)

(3.7.20)

(3.7.21)

(3.7.22)

(3.7.23)

(3.7.24)

(3.7.25)

(3.7.26)

(3.7.27)

(3.7.28)

(3.7.29)

(3.7.30)

(3.7.31)

(3.7.32)

(3.7.33)

(3.7.34)

(3.7.35)

(3.7.36)

(3.7.37)

(3.7.38)

(3.7.39)

(3.7.40)

(3.7.41)

(3.7.42)

(3.7.43)

(3.7.44)

(3.7.45)

(3.7.46)

(3.7.47)

(3.7.48)

(3.7.49)

(3.7.50)

(3.7.51)

(3.7.52)

(3.7.53)

(3.7.54)

(3.7.55)

(3.7.56)

(3.7.57)

(3.7.58)

(3.7.59)

(3.7.60)

(3.7.61)

(3.7.62)

(3.7.63)

(3.7.64)

(3.7.65)

(3.7.66)

(3.7.67)

(3.7.68)

(3.7.69)

(3.7.70)

(3.7.71)

(3.7.72)

(3.7.73)

(3.7.74)

(3.7.75)

(3.7.76)

(3.7.77)

(3.7.78)

(3.7.79)

(3.7.80)

(3.7.81)

(3.7.82)

(3.7.83)

(3.7.84)

(3.7.85)

(3.7.86)

(3.7.87)

(3.7.88)

(3.7.89)

(3.7.90)

(3.7.91)

(3.7.92)

(3.7.93)

(3.7.94)

(3.7.95)

(3.7.96)

(3.7.97)

(3.7.98)

(3.7.99)

(3.7.100)

(3.7.101)

(3.7.102)

(3.7.103)

(3.7.104)

(3.7.105)

(3.7.106)

(3.7.107)

(3.7.108)

(3.7.109)

(3.7.110)

(3.7.111)

(3.7.112)

(3.7.113)

(3.7.114)

(3.7.115)

(3.7.116)

(3.7.117)

(3.7.118)

(3.7.119)

(3.7.120)

(3.7.121)

尚、各アースについてのリングガーダに生じる部材力等は参考^{*2)}として次式などがある。

(A) ケース

$$\begin{aligned} \text{曲げモーメント } Ma &= K_{ma} \cdot p \cdot r \\ \text{軸 力 } Na &= K_{na} \cdot p \\ \text{せん断力 } Qa &= K_{ga} \cdot p \end{aligned} \quad (3.7.7)$$

ここで、 $K_{ma} = 0.23873$,

$K_{na} = -0.23873$,

$K_{ga} = -0.5$

r = 補剛材中立線における半径

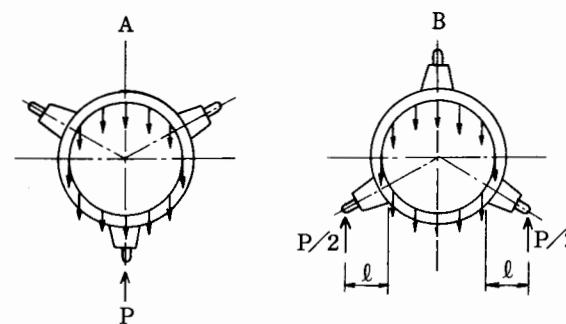


図 3.7.4 ローラ反力によるリングガータの反力

(B) ケース

$$\begin{aligned} \text{曲げモーメント } Mb &= K_{mb} \cdot P \cdot r + M_o \\ \text{軸 力 } Nb &= K_{nb} \cdot P \\ \text{せん断力 } Qb &= K_{gb} \cdot P \end{aligned} \quad (3.7.8)$$

ここで、 $K_{mb} = 0.03471$, $K_{nb} = -0.34836$, $K_{gb} = -0.20112$, $M_o = \frac{P}{Z} \cdot l$

(3) 支承部

1) 主ローラ及びローラ軸等

主ローラ及び主ローラ軸の計算は直線ゲートに準じることができる。

但しローラをシューに置き換えてよいものとする。

2) 主ローラ取付アームは、リングガーダを剛なものと仮定し、片持ちりとして計算することができる。

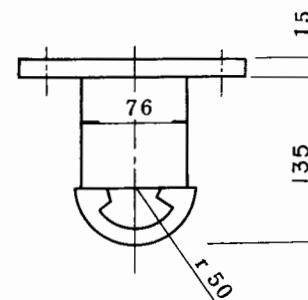
曲げモーメント $M = P/2 \cdot l$

せん断力 $Q = P/2$

ここで、 P : 主ローラに作用する横荷重

l : アームの長さ(図 3.7.5 参照)

なお、主ローラの扉体への取付け方式は、次図 3.7.6 (A)又は(B)などの方式がある。



(参考)

図 3.7.5において

接触幅 $B = 13\text{ cm}$

$E = 0.95 \times 10 (\text{kgf/cm}^2)$

材質 オイルレスメタル

$HB = 70$

図 3.7.5 浅瀬石川ダムのガイドシュの例(参考)

(3.7.9)

*1) 式は右図の「作用荷重(P)はせん断力に依って伝えられる」ものとして解を行っている。(Aダム計算書より)

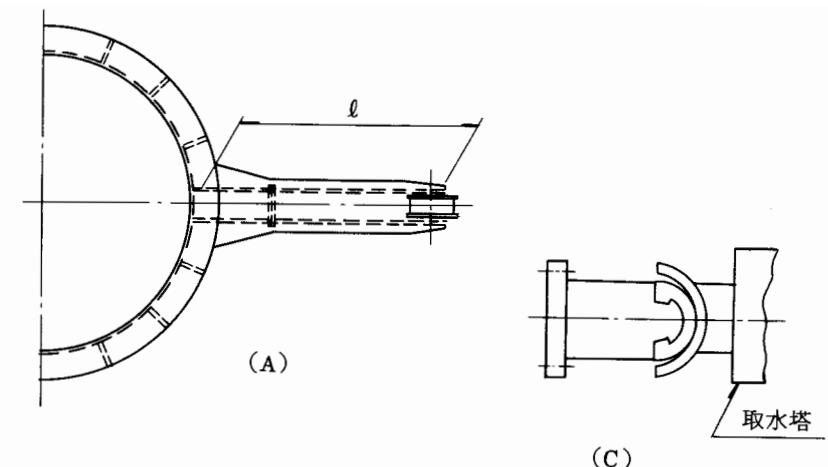
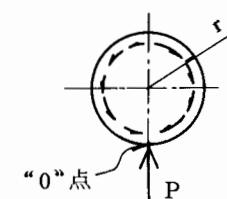


図 3.7.6 主ローラ取付けアームの例

(C)は(A)の場合のローラ部にシューを用いる例である。

3) 扉体間の支承

扉体の主ローラの付けられない側の上方又は下方には各段扉の間に支承部を設けなければならない。この支承形式には図 3.7.7 のように極く小形のローラを用いるのが一般的であるが、比較的剛なローラに対し、ローラが当る側の扉体側は補剛材のないスキンプレートのみなので、6.(1)④のスキンプレートの強度に関連させて検討を行うものとする。なおローラは図のように 1 ケ所 2 個設ける方式もある。この場合の式(3.7.5)の適用については、それぞれ 1 ケとして取扱ってよいものとする。

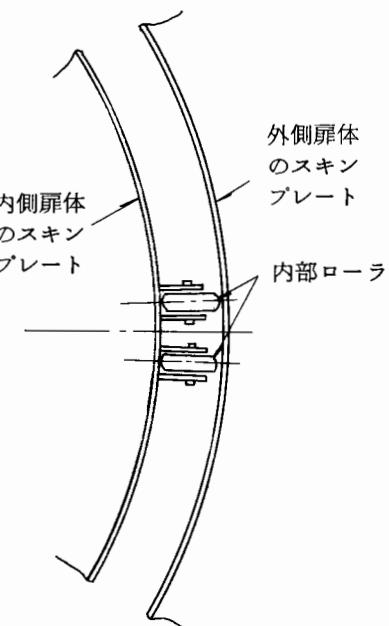


図 3.7.7 扉体間の支承構造(例)

3.7.2 戸当り

円型取水ゲートの戸当りの構造は、作用する荷重に対して安全なものとし取付けられる取水塔等の基礎構造に合せ適切なものとする。

〔解説〕

戸当りを鋼製の取水塔に設ける場合は単純はり、コンクリートに付ける場合は半円形ゲートの戸当りレール等に準じ、それぞれの取水塔の構造に合せ適切な構造及び計算を行うものとする。

3.7.3 フロート式

1. フロートの形状は水位変化に対し吃水の変化が少なく、かつ整流板の機能をもたせ取水時に空気の巻込みの生じにくい形状とする。
2. フロートの設計条件は扉体に準じる他、次のことを考慮するものとする。
 - (1) 荷重は、吃水に等しい水深の圧力又は、扉体を全縮させたときにフロートが受ける最大水圧とする。
 - (2) 荷重を吃水に等しい水深の圧力としたときの許容応力度は 3.8.15 条扉体吊上げ装置に準じるものとする。
 3. フロートの構造は、設計水圧で座屈しないものとする。

〔解説〕

1. フロートの形状

フロートの大きさ(排水量)は吊り下げる取水ゲートの重量により決める。形状を決めるには次のことを考慮する必要がある。

(1) フロートを円筒とした場合同じ浮力を得るには図 3.7.8 の(a), (b) 2 つの方法がある。(a)はフロート径を大きくし吃水量を小さくしたもので、(b)はこの逆である。常に同じ浮力を期待するのであれば(a), (b)どちらでも別段問題はないが、(c)に示すように扉体は数段から構成されるので、水位の低い場合はほとんど基礎上に預けられ水位の上昇に伴い順次フロートの負担は増加し吃水量が変化する。

このとき(b)に示すようにフロート径を小さくすると吃水の変化量(Δh)は大きく、フロート径を大きくするとこの逆となる。

(2) フロートの大きさ、形状決定に際し、吃水変化とともに重要な要素として、空気巻込み現象がある。

取水ゲートから取水管内へ空気を巻込むとエアハンマ等の現象による振動の発生や取水損失を大きくし、下流に水車等のある場合にはキャビテーション等による損傷の危険がある。この空気巻込みを防止するには一般に呑口表面の流速を遅くし、かつ完全な潜り流入となるようにするのがよい。

(3) (1), (2)のことから、フロートの大きさ、形状は呑口取水深(Z)が大きく変化しないこと、空気巻込みへの影響を少なくするためにフロートはなるべく大きくした方が良いが、フロートの大きさは、設備

全体の大きさに影響するため吃水の変化に伴う選択取水への影響、空気巻込みの有無などを考慮し過大となるないよう適切な形状とするものとする。

従来のフロート形状では呑口流入流速が 1.0 m/sec 程度以下でフロートの最外周の部分に丸みを持たせ、この丸みを常に吃水面におけるべきこの現象は生じないといわれている。

(図 3.7.9 参照)

2. フロートの設計荷重は、フロートを水没させる必要のない場合は、吃水に等しい水頭の水圧とこれに等しい扉体開閉荷重を考慮するだけではよいが、冬期等でフロートに注水して水没させる場合はこのときの最大水圧を考慮する必要がある。

許容応力度については、フロートが作用している場合には風波浪での吃水の変化などで荷重が変動する繰返し荷重となるので、リフティングビームと同じ取扱いとする。

但し、水没させたときの許容応力度は扉体と同じとする。

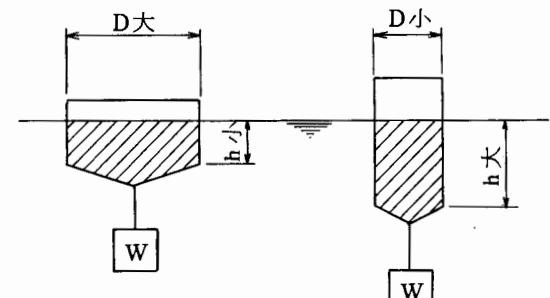
3. フロートの構造は、水圧等に對し座屈しないことが重要である。

外板は、水圧に対しては、直線ゲートのスキンプレートと同様に設計すればよいが、外板の厚さは応力度とは別に腐食等を考慮して取水ゲートの扉体のスキンプレートと同等とするのがよい。

内部には外板の支持のため桁等で補剛する。この桁にはトラス構造又はダイヤフラム(隔壁)構造があるが、腐食等を考慮すればダイヤフラム構造とするのが望ましい。

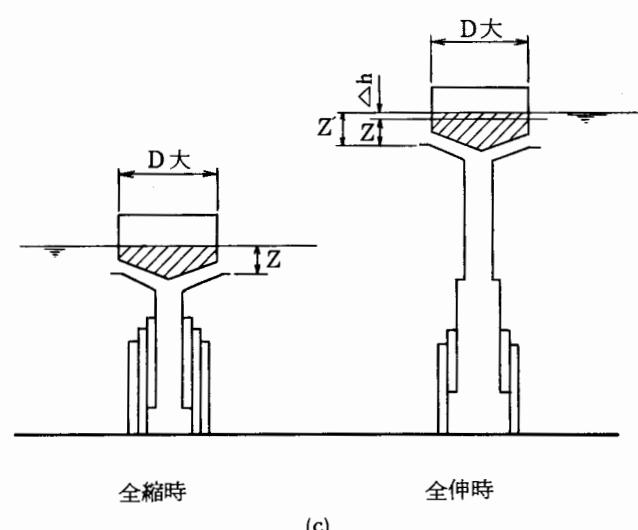
一般的な構造を次図 3.7.10 に示す。

4. この項は機械式のフロートには直接適用しないものとする。



全縮時
(a)

全伸時
(b)



全縮時

全伸時

(c)

図 3.7.8 フロートの形状と吃水

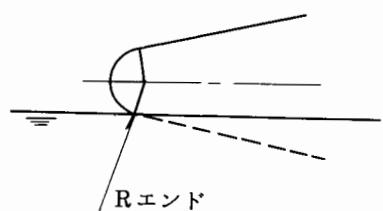


図 3.7.9 フロート吃水限界

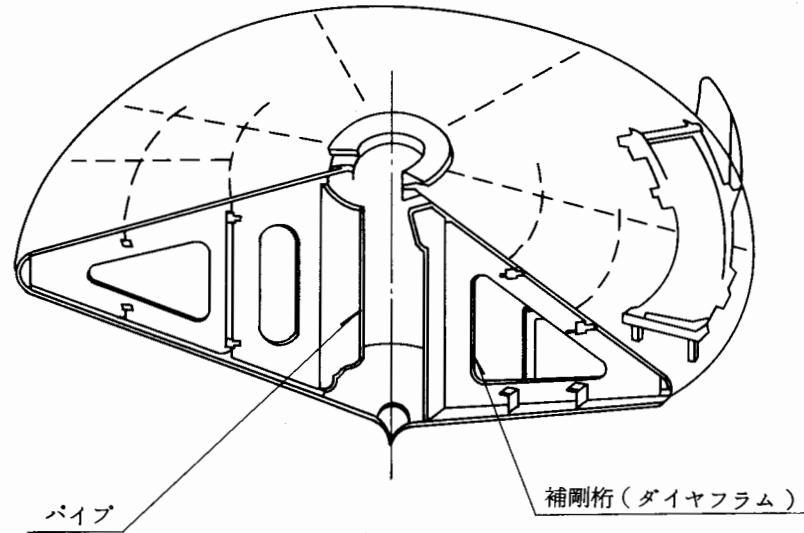


図3.7.10 フロートの構造の例

3.8 開閉装置の設計

3.8.1 開閉用動力及び電源

1. 開閉装置の動力は、ゲートを確実に開閉できるものとし、原則として電動機とする。
2. 開閉用動力の電源は3相交流400V又は200Vを標準とする。

〔解説〕

1. 開閉用動力には、一般的のゲートでは電動機以外に稀に内燃機関が用いられることがあるが、選択取水設備は比較的頻繁な操作が要求されるので、原則として全て電動機とする。但し、フロート式の取水ゲートは別途考慮してもよい。
2. 動力（操作及び照明用等を除く）の配電電源は通常使用されている400V又は200Vとするのがよい。400V、200Vのいずれを採用するかは動力の容量、配線の延長等の設備規模により決るものとするが、ダムの場合には400Vとする例が多い。

3.8.2 開閉装置の形式

1. 開閉装置の形式は、ワイヤロープワインチ式とする。
2. ドラムの配置方式は、ゲートの規模、操作方式から適切なものとする。

〔解説〕

1. 開閉装置の形式には種々あるが、この要領で取扱うゲートでは、扉体と開閉装置を介する部材とし

てはワイヤロープが有利なので、開閉装置の形式はワイヤロープワインチ式とする。

2. ドラムの配置方式には、主となる取水ゲートの扉体が数段で構成され、貯水池の表層から中層の間の取水には上段扉を用い、底層取水又は全段扉を巻き上げる場合には最下段からの操作が必要となるので、次図に示すような1モータ2ドラム（又は2連ドラム）×2台（以下「1M2D×2方式」という）、1モータ2ドラム（又は2連ドラム）×1台フック付（以下「1M2D×1×F方式」という）及び1モータ2ドラム1台（1M2D×1台方式）の3通りの基本的な方式がある。なお、ここで2連ドラムとは、駆動ギヤが一対で、一对のドラムの中央から左右にそれぞれ右巻、左巻の巻構を有するものをいう。（図3.8.1参照）

図において、各方式の主な特徴は次のとおりである。

（1M2D×2方式）

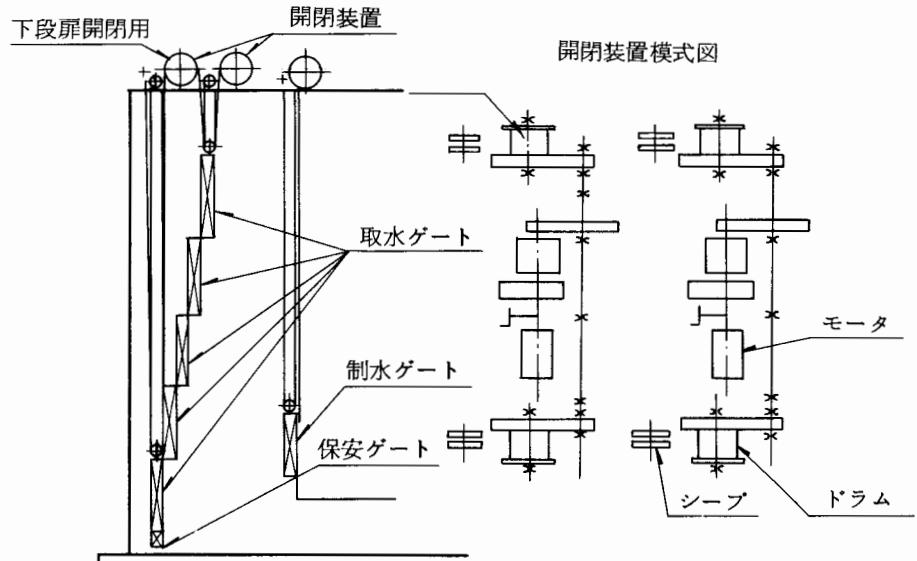
- ① 最下段扉の単独操作が可能
- ② ①のことなどから保守点検が行いやすい。
- ③ 開閉装置の設置面積は大きい。

（1M2D×1×F方式）

- ① 最上段扉を最下段まで降さないと最下段扉の操作は出来ない。
- ② ①の場合に自動脱着フックを必要とし、このフックの信頼性を要する。
- ③ 底層取水は事実上困難。

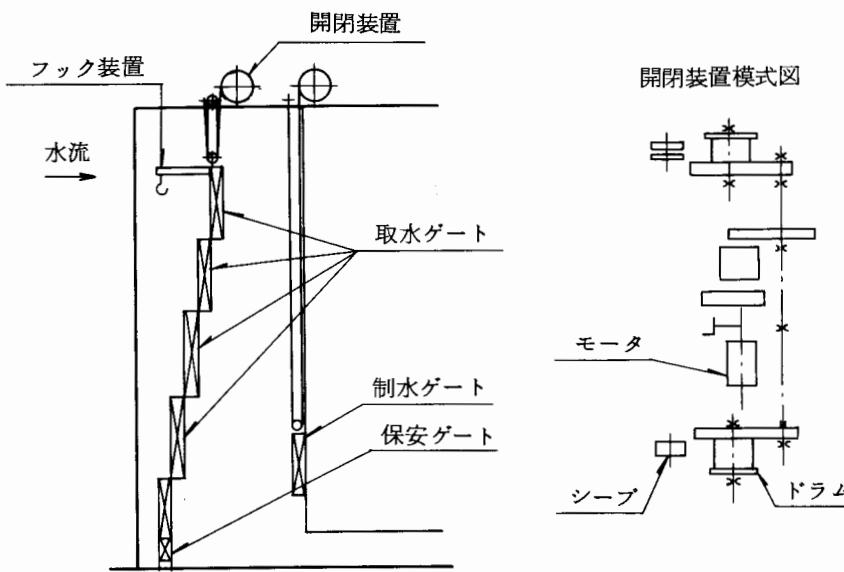
（1M2D×1方式）

- ① 上段扉から順次下段扉の重量を大きくする必要がある。
- ② 各段扉の開閉速度が異ってしまう。
- ③ 低層取水は事実上困難である。

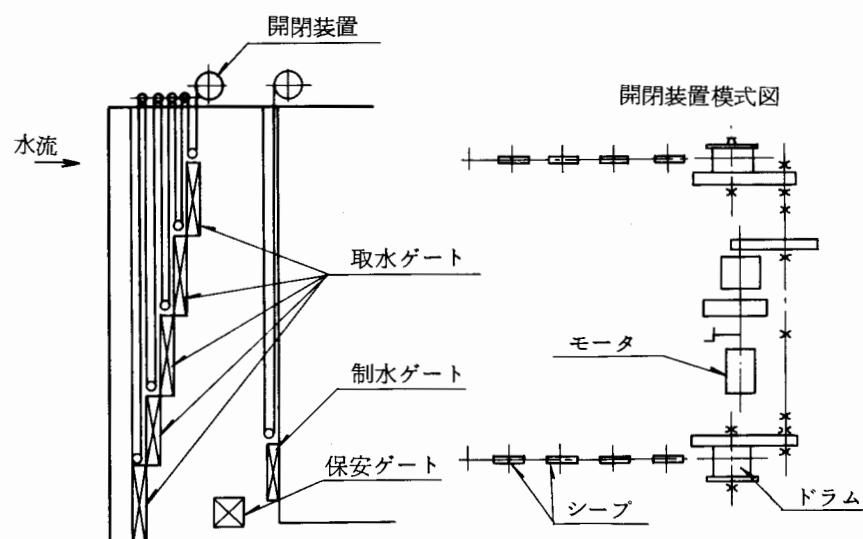


(a) 1モータ2ドラム2台方式 (1M2D×2方式)

図3.8.1-1 取水ゲートの開閉装置



(b) 1モータ2ドラム(又は2連ドラム)×1台フック付方式
(1M2D×1xF方式)



(c) 1モータ2ドラム1台方式(1M2D×1方式)

図3.8.1-2 取水ゲートの開閉装置

それぞれの特徴から、本要領で取扱う取水ゲートの開閉装置は、底層取水が行え、構造及び操作の繁雑な自動脱着フックを必要としない、1M2D×2方式とするのが望ましい。

ただし、底層取水を必要としない場合には、装置がコンパクトな1M2D×1xF形とするのがよい。

2. 制水ゲート等の開閉装置には、ゲート自体が比較的小さい1M1D1方式又は1M2D1方式とするのがよい。

3.8.3 開閉速度

扉体の開閉速度は、ゲートの使用目的に適合した速度としなければならない。

〔解説〕

1. 開閉速度は、ゲートの使用目的、揚程等を考慮して決定しなければならないが、一般には0.3m/minを標準とすることが多い。
2. 使用目的により早い開閉速度を必要とする場合は0.5～1.0m/min程度、遅い開閉速度が望ましい場合は0.1m/min程度、非常用の操作を必要とする場合は4～8m/min程度を目安とするのがよい。
3. 開閉速度を決める場合に、ドラムへのワイヤロープ巻取が多層巻きとなる場合には、原則として平均速度を開閉速度と呼ぶものとする。

3.8.4 開閉荷重

1. 開閉荷重には、扉体の自重、バラストの自重、支承部及び水密ゴム等による摩擦力、浮力、流水による下向力、その他必要な荷重を考慮するものとする。
2. 開閉荷重を検討する場合に用いる操作時の水位差は1.0mを標準とする。

〔解説〕

1. 開閉荷重の計算にあたっては、本文に示す荷重項から必要な荷重を安全側に組合せて行なうものとする。

扉体の自重には、ワイヤロープ等の扉体と開閉装置を連結する部材の重量も含める。荷重、摩擦力等のとり方は次によることができる。

1) 摩擦係数 表3.8.1による。

水密ゴムによる摩擦係数は強度150kg/cm²以上、最大吸水量(重量比)5%、破断時の伸び300%以上、比重1.1～1.4、硬度(ショア)40°～80°程度の水密ゴム

表3.8.1 摩擦係数

摩擦の種類	摩擦係数
支承部のローラころがり摩擦 ローラゲートの場合	0.1
支承部ローラベアリングのころがり摩擦	0.01
支承部ブレンベアリングのすべり摩擦 BC, PBC, LBC材等使用	0.2
オイルレスベアリング使用	0.2
水密部金属間のすべり摩擦	0.4
水密部金属と水密ゴム間のすべり摩擦 ステンレス鋼板使用(濡れている場合)	0.7
ステンレス鋼板使用(乾燥している場合)	1.2
金属と堆泥間のすべり摩擦	0.4

を使用した場合の値である。

2) ローラ回転摩擦

$$F_1 = \frac{(\mu_1 + (\mu_2 \text{ 又は } \mu_3) \cdot r) \cdot P}{R} \quad (3.8.1)$$

ここで、 F_1 : ローラ回転摩擦力 (tf)

μ_1 : ローラのころがり摩擦係数 (cm)

μ_2 : 支承部ローラベアリングのころがり摩擦係数

μ_3 : 支承部ブレンベアリングのすべり摩擦係数

r : ローラ軸の半径 (cm)

P : 操作時の全水圧 (tf)

R : ローラの半径 (cm)

3) 水密部金属間のすべり摩擦力 (スライドゲート等の場合)

$$F_2 = \mu_4 \cdot P \quad (3.8.2)$$

ここで、 F_2 : 水密部金属間のすべり摩擦力 (tf)

μ_4 : 水密部金属間すべり摩擦係数

P : 操作時の全水圧 (tf)

4) 水密部金属と水密ゴム間のすべり摩擦力

$$F_3 = \mu_5 (q + P_1 \cdot b) I \quad (3.8.3)$$

ここで、 F_3 : 水密部金属と水密ゴム間のすべり摩擦力 (tf)

μ_5 : 水密部金属と水密ゴム間のすべり摩擦係数

q : 水密ゴムの初期の押付力 (tf)

(ゴムの材質、形状、大きさ、つぶれ代、取付方法により異なるので、適宜決定するものとするが、P形ゴムの場合一般には単位長さ当たり 200 kg/m程度である。)

P_1 : ゴムに作用する平均水圧 (tf/m²)

b : 水密ゴムの有効受圧幅 (m)

I : 水密ゴムの摺動総長 (m)

5) 浮力

$$F_4 = W_0 \cdot V \quad (3.8.4)$$

ここで、 F_4 : 浮力 (tf)

W_0 : 水の単位体積重量 (tf/m³)

V : 扉体部材が排除する水の体積 (m³)

6) 流水による下向力

取水ゲートの(流水による下向力)は扉体の内部の桁を含むスキンプレート面が流水と接することによる摩擦力の反力として計算できるが一般には無視してよいものとする。ただし、取水ゲートの扉体間にように内外で水位差がある場合にはその面に下向力を考慮する。

2. 操作時の水位差については、扉体の設計水頭を用いるのは現実的でなく、かつ実際に生じる水位差

と多少の相違があっても開閉装置等各部の強度及び操作上からも実用上問題となることはないので、1 m を標準とすることとする。

3.8.5 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、次の各表の値を標準とする。

表 3.8.2 機械効率

動力伝達装置名	機械効率
平歯車、かさ歯車(解放形、ブレンベアリング付き、1対)	0.95
" " (油浴形、" ")	0.97
ラックギヤ (ラックとピニオン)	0.90 ~ 0.95
シープ (ブレンベアリング付)	0.95
" (ローラベアリング付)	0.98
ドラム (ブレンベアリング付)	0.95
" (ローラベアリング付)	0.98
ウォーム減速機 (セルフロック可能)	0.50
" (セルフロック不可能)	0.70 ~ 0.80
サイクロ減速機 (起動時周囲温度 20°C)	
減速比 1/59 ~ 1/11	0.80 ~ 0.85
" 1/87	0.75 ~ 0.80
" 1/121 以上	0.65 ~ 0.70
ギヤ減速機	0.08 ~ 0.9
チェーン (スプロケットを含む)	0.95

表 3.8.3 摩擦係数

摩擦の種類	摩擦係数
遠心ブレーキの摩擦面(鉄と錆鉄又は錆鋼、乾燥)	0.1 ~ 0.2
(" , 潤滑)	0.08 ~ 0.12
(鋼板と錆鉄又は錆鋼、乾燥)	0.15 ~ 0.20
(" , 潤滑)	0.1 ~ 0.15
(青銅と錆鉄又は錆鋼、乾燥、潤滑)	0.1 ~ 0.2
ウォームギヤ(ウォームとウォームホイル)のネジ面	0.06 ~ 0.10
スピンドルのねじ面	0.2

[解説]

1. 本文に示す開閉装置(及び取水深等調整装置)の各部の機械効率及び摩擦係数の値は装置の製作精

度、潤滑の程度、周辺温度、運転時間等により変化するので、必要により補正して採用するのがよい。

特に、ウォーム減速機の機械効率はウォームギヤの進み角、条数等により、またサイクロ減速機の機械効率は減速比や減速機の型番等により異なるので、設計にあたっては精査する必要がある。

2. 本文の表に示す機械効率は開閉動力を算出する場合の機械効率であり開閉動力から作用トルク等を算出する設計計算には、使用条件を考慮してサイクロ減速機又はウォーム減速機の場合は 10 % の効率上昇を見込むのが望ましい。

3.8.6 動力の容量

1. 開閉用動力の容量は、計算開閉力の 100 % 以上とし、電動機のトルク特性は、定格トルクに対し、始動トルクは 200 % 以上、最大トルク 300 % 以下のものを選定するものとする。
2. 電動機の定格は、全体揚程を運転するに必要な時間以上とし、かつ 1 回当たりの運転継続時間以上のものとする。また、自動操作等での始動、停止の繰り返し運転に支障のないものとしなければならない。

〔解説〕

1. 計算開閉力（ワイヤロープワインチ式）は次による。

$$PM = \frac{W \times V}{6.12 \times \eta} \quad (3.8.6)$$

ここに、PM：電動機計算出力 (kw)

W : 開閉荷重 (tf)

V : 卷上速度 (m/min)

η : 総合効率

$\eta = \eta_c \times \eta_d \times \eta_G \times \eta_s$

ここに、 η_c : シープ効率

η_d : ドラム巻取効率

η_G : ギヤかみ合効率

η_s : 減速機効率

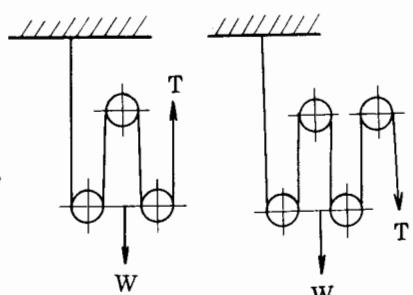
ただしシープ効率は、図 3.8.2 の場合において次による。

- ・シープが奇数個の場合

$$\eta_c = \frac{\epsilon^{n+1} - 1}{(\eta_0 + 1) \epsilon^n \times (\epsilon - 1)} \quad (3.8.7)$$

- ・シープが偶数個の場合

$$\eta_c = \frac{\epsilon^n - 1}{\eta_0 \epsilon^n \times (\epsilon - 1)} \quad (3.8.7)$$



(イの場合の例) (ロの場合の例)

図3.8.2 ワイヤリングとシープの組合せ

ここで、 $\epsilon = 1/\eta_0$ η_0 : シープ 1 個の効率 n : シープの数 η_c : シープ効率

1. 計算開閉力に対して開閉用動力としての電動機は標準として特殊かご形三相誘導電動機を採用する。特殊かご形三相誘導電動機は始動時全電圧始動が原則で、始動電流による電源及び配線の電圧降下を考慮し始動トルクは定格トルクに対して 200 % 以上とする。

巻線形誘導電動機を採用する場合は始動を電圧制御で行うので、始動トルクは特に規定せず最大トルクを定格トルクに対して 200 % 以上 300 % 以下とすればよい。

2. 電動機の定格には連続定格、短時間定格、反復定格等があるが、ゲートの使用目的、操作方式により適切な定格を選定するものとする。

3.8.7 制動装置

開閉装置には制動装置を一系列以上設けなければならない。

〔解説〕

1. 取水ゲート等のゲートは、いかなる停止時においても無制動状態にならないよう制動装置を設けなければならない。

2. 制動装置には、①回転体を停止させるもの、②停止状態を保持させるためのもの、③等速を保持させながら降下させるためのものなどがあるが使用目的や使用箇所により選択する必要がある。①には交流電磁ブレーキ、電動油圧押し上ブレーキ等があり、②には前記 2 種類のほかに、クサビ等でロックする方法などがあり、③にはオイルポンプをブレーキとして利用する方式等がある。

これらのブレーキは、高圧、高速回転等の苛酷な条件に絶えなければならないので強靭な材料を使用し、堅牢な構造と安全性を有し保守点検の容易なものでなければならない。

制動装置の方式の選定にあたっては開閉装置の機構の構成により次のとおりとするのがよい。①組合される減速機がセルフロックの可能なウォーム減速機を使用する場合は、制動装置は一系列でよく、標準として制動装置付電動機を使用する。②サイクロ減速機のようにそのままではセルフロックがきかないか、ウォーム減速機の場合でもセルフロック機能を有しない減速機を使用する場合は、電動から手動へ切り換えるときなどにインタロックされないことを考慮し二系列の制動装置を設けなければならない。電動機に装着されている制動装置以外の制動装置は、交流電磁ブレーキ、電動油圧押し上ブレーキ（商品名では、スラスタブレーキ、ミュリファタブレーキ等がある）等を採用する。

3. 制動装置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。

3.8.8 減速機

減速機は適切なものを選定し、耐久性を有するものでなければならない。

〔解説〕

ここでいう減速機は型番を有し市場性のあるウォーム又はサイクロ機構あるいは平歯車の減速機をいう。

これらの選定は必要な減速比、トルクからメーカーの型番によって選定してよいものとするが、取水ゲートの減速機の選定にあたっては、使用条件が一般的のゲートより厳しいので、その耐久性の基準は減速機が有する選定条件の「中」以上の耐久性を有するものとする。

減速機の選定はそれぞれの減速機の効率の相違による電動機出力の相違、メンテナンス条件及び装置の配置上の制約など総合的に検討する必要がある。

効率の面からは平歯車又はサイクロ減速機が勝るがウォーム減速機はセルフロックが可能で安全である。また、寒冷地など気温条件の厳しい場合などではウォーム減速機の方が潤滑油の性状に影響されにくい面もある。

3.8.9 設計トルク

開閉装置の各部に用いる設計トルクは、開閉用動力の定格トルク及び最大トルクに伝達効率を考慮して計算する値以上とする。

〔解説〕

開閉装置は、開閉用動力の定格トルク以下で作動するように設計を行うが、ゲートを長期間閉鎖した状態の土砂の堆積などにより扉体を開閉するとき、又は開閉中ジャムするときの開閉力が非常に大きくなることがある。このような場合に開閉装置に開閉用動力の最大トルクが作用しても、開閉装置が破壊しないよう、各部は開閉動力のトルクから強度計算を行うものとする。

なお、採用する電動機の計算定格トルクは、次式で計算することができる。

$$TM = 97400 \times \frac{PM}{n} \quad (3.8.8)$$

ここで、TM：定格トルク (kgf·cm)

PM：設定電動機の定格出力 (kw)

n：設定電動機の定格回転数 (rpm)

また、強度計算に用いる電動機の最大トルクは、計算定格トルクの 300 % とすることができる。

3.8.10 ドラム及びシープ

1. ドラムの大きさは、ゲートの規模、配置などを考慮し適切に決めるものとする。
2. ドラムの直径は、ワイヤロープの直径に対し 19 倍以上とする。
3. ドラムの捨巻数は 2.5 卷以上とし、ワイヤロープの端部はドラムに適切な方法により固定しなければならない。
4. シープの直径は、ワイヤロープの直径に対して 17 倍以上とする。ただし、エコライザシープの場合は 10 倍以上としてもよい。

〔解説〕

1. ドラムの大きさは、開閉装置の機構・配置の基本となる重要な要素をもっているので、その決定にあたっては、可能な限り層巻数を少なくし、据付の制約、運搬条件からの限界の大きさなどの種々の条件及び経済性を考慮して行う必要がある。全体計画の設計フローを参考として図 3.8.3 に示す。

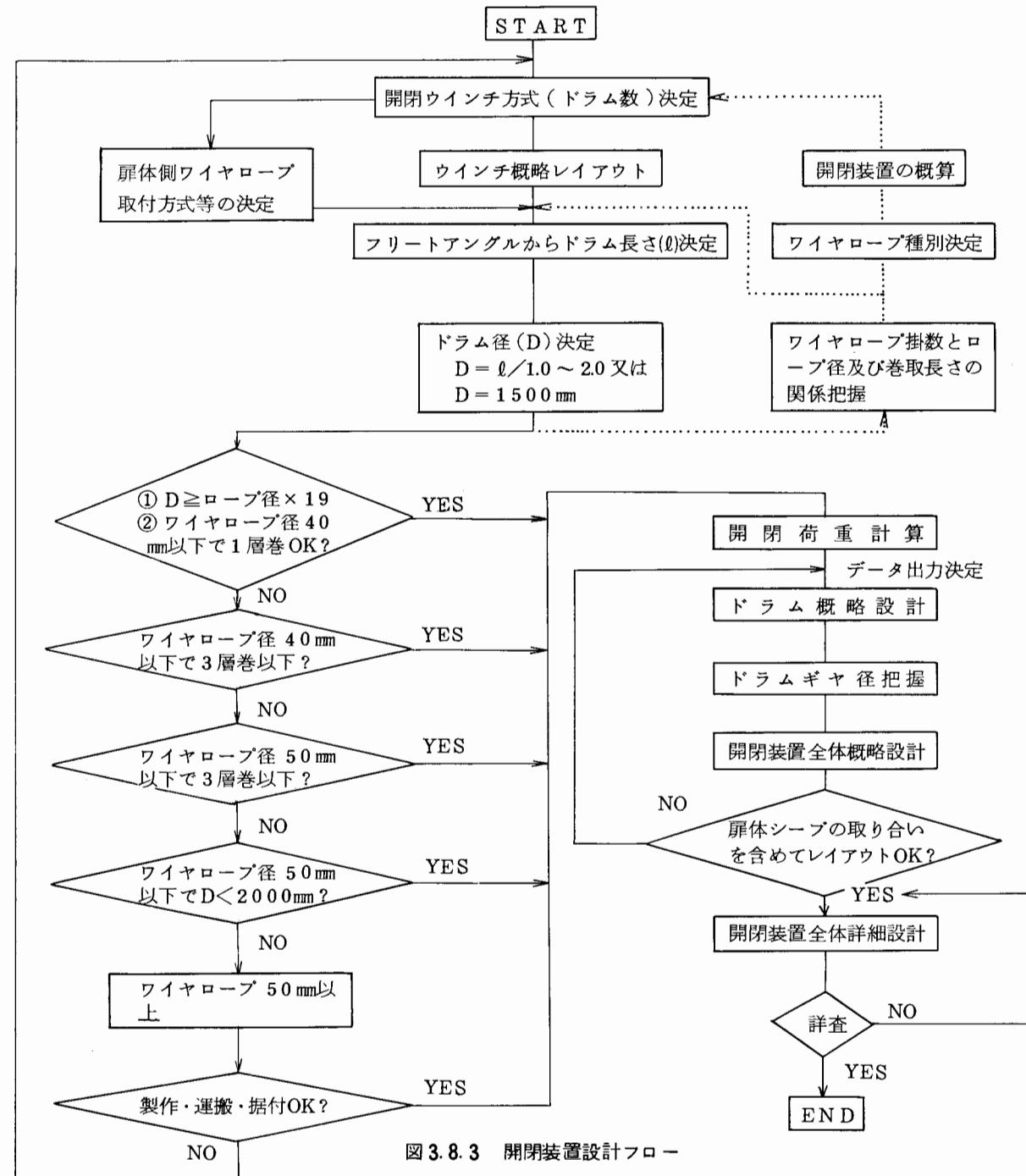


図 3.8.3 開閉装置設計フロー

2. ワイヤロープがドラム又はシープで曲げられるとワイヤロープの素線は曲げ応力を受けるが、ドラム又はシープの直径が過小であると曲げ応力の増大並びにドラム又はシープの接触圧力が過大となり、ワイヤロープの劣化や素線の破断等の損傷を早める。このようなことからドラム及びシープの直径を規定する。

なお、使用頻度の高い選択取水ゲートの開閉装置では、本文に定める標準値より大きな値を採用することが望ましい。

3. ドラムの主要な検討

(1) ドラムの肉厚は電動機の定格トルク又は最大トルクから計算する値のいずれか大きい方の肉厚以上とし次式によることができる。

$$t = K \times \frac{F}{\sigma \times P}$$

(3.8.9)

表3.8.4 卷層係数

卷層数	K
1	1.0
2	1.7
3	2.2
4	2.55
5	2.65

ここで、 t : ドラムの必要な肉厚(cm)

K : 卷層係数(表3.8.4)

F : ワイヤロープにかかる張力(kgf)

σ : ワイヤロープの巻取によるドラム円周方向の許容圧縮
応力度(kgf/cm²)

P : ドラムの溝ピッチ(cm)

(2) ドラムとドラムギヤの取付ボルト(リーマボルト)の計算。

$$H = \frac{2 \times T_D}{P_D \times n}$$

(3.8.10)

ここで、 H : ボルト1本にかかる荷重(せん断力)(kgf)

T_D : ドラム軸トルク(kgf/cm)

P_D : ボルト取付ピッチ円直径(cm)

n : ボルト本数

$$T_D = T_M \frac{1}{R} \eta$$

(3.8.11)

ここで、 T_M : 電動機トルク(KSF=cm)

R : 減速比

η : 総合効率(ドラム軸)

4. ドラムの巻取られるワイヤロープの端部は、クリップで押付けるか、ドラムに穴をあけワイヤロープを貫通しソケットメタル詰めるなどによりワイヤロープがドラムから脱け出さないように強固に取付けなければならない。

5. 巷取長さは次式を参考とする。

$$P\ell = \ell \times \eta_0 + \alpha_1 \pi D_d + \alpha_2 \pi D_d$$

(3.8.12)

ここで、 P_l : ワイヤロープ巷取長

D_d : ドラム径

ℓ : 揚程(補修等に必要な揚程含む)

α_1 : 捨巻数

η_0 : 滑車減速数

α_2 : 余裕巻数

3.8.11 軸

開閉装置の各軸は、主動力の定格トルク、最大トルクに対して、必要な強度及び耐久性を有するものとする。

〔解説〕

1. 各軸は、電動機の定格トルク、最大トルクのそれぞれから計算した相当曲げモーメント、相当ねじりモーメントから軸の強さを決める。この時使用する許容応力度は定格トルクに対して、3.3.2の規定による。

2. 各軸の標準的計算の考え方を次に示す。

1) 軸ねじりモーメント

$$T_n = T_M \frac{1}{R} \eta \quad (3.8.13)$$

ここで、 T_n : 軸ねじりモーメント(kgf·cm)

T_M : 電動機トルク(kgf·cm)

R : 減速比(各軸の電動機からの減速比)

η : 効率(各軸の電動機からの総合効率)

2) 軸曲げモーメント

曲げモーメントは、それぞれの軸の荷重状態、軸受けの支持条件を考慮して一般式により求める。

(1) 歯車軸

$$M_{max} = R_1 \cdot L_1 \text{ 又は } R_2 \cdot L_3 \text{ (kgf·cm)} \quad (3.8.14)$$

ここで、 R₁ · R₂ : 軸受反力(kgf)

L : 軸受中心の距離(cm)

P₁, P₂ : 歯車軸にかかる荷重(kgf)

$$P_1, P_2 = \frac{TG}{P.C.D/2} \text{ (kgf)}$$

TG : ギヤ軸トルク(kgf·cm)

P.C.D : 当該ギヤのピッチサークルの径(cm)

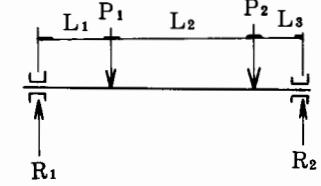


図3.8.4 歯車軸の例

(2) シープ軸

・曲げモーメント

$$M_{max} = R \left(\frac{b}{4} + a \right) \text{ (kgf·cm)} \quad (3.8.15)$$

ここで、 R : 支点反力 = 4F/2 = 2F (kgf)

F : ワイヤロープ平均張力(kgf)

a : 1/2 (l - b) (cm)

b : シープ軸受巾(cm)

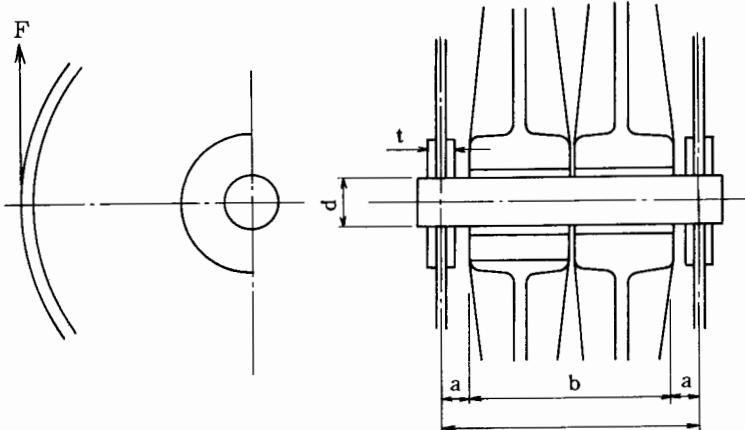


図 3.8.5 シープ軸の例(単純はり)

• 連続はりの場合

最大曲げモーメントは次式で計算することができる。

$$M_B = \frac{n_1 \cdot F \cdot (3l_1^2 - C_1^2) + n_2 F \cdot (3l_2^2 - C_2^2)}{8(l_1 + l_2)}$$

$$M_{max1} = \frac{M_B}{l_1} X_1 - \frac{2n_1 F}{l_1} \left(a_1 + \frac{C_1}{2} \right) X_1 + \frac{n_1 \cdot F (X_1 - a_1)^2}{C_1} \quad (\text{kgf-cm})$$

$$X_1 = a_1 + \frac{C_1}{l_1} \left(a_1 + \frac{C_1}{2} \right) - \frac{M_B \cdot C_1}{2n_1 \cdot F \cdot l_1}$$

$$M_{max2} = \frac{M_B}{l_2} \times 2 - \frac{2n_2 F}{l_2} \left(a_2 + \frac{C_2}{2} \right)$$

$$X_2 + \frac{n_2 \cdot F (X_2 - a_2)^2}{C_2} \quad (\text{kgf-cm})$$

$$X_2 = a_2 + \frac{C_2}{l_2} \left(a_2 + \frac{C_2}{2} \right) - \frac{M_B \cdot C_2}{2n_2 \cdot F \cdot l_2} \quad (\text{cm})$$

ここで、F : ワイヤロープ平均張力
(kgf)

n_i : それぞれのシープの数

C_i : それぞれのシープ軸受部

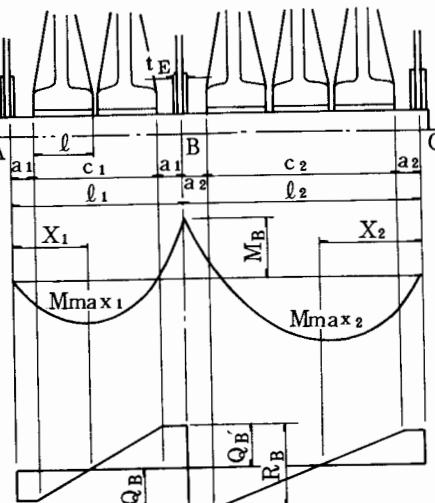


図 3.8.6 中間軸受けのあるシープ軸

シュの長さ (cm)

1 i : それぞれのシープ軸支点距離 (cm)

3) 相当曲げモーメント及び相当ねじりモーメント

軸が曲げ及びねじりモーメントを同時に受ける場合の相当曲げモーメント及び相当ねじりモーメントは次式によることができる。

• 相当曲げモーメント

$$M_e = \frac{1}{2} \times (M + \sqrt{M^2 + T_i^2}) \quad (3.8.17)$$

ここで、 M_e : 相当曲げモーメント (kgf-cm)

M : 軸に生じる曲げモーメント (kgf-cm)

T_i : 軸に生じるねじりモーメント (kgf-cm)

• 相当ねじりモーメント

$$T_e = \sqrt{M^2 + T_i^2} \quad (3.8.18)$$

ここで、 T_e : 相当ねじりモーメント (kgf-cm)

M : 軸に生じる曲げモーメント (kgf-cm)

T_i : 軸に生じるねじりモーメント (kgf-cm)

4) 曲げ応力

$$\sigma = \frac{M_e}{Z \times \alpha} < \sigma_b \quad (3.8.19)$$

ここで、 σ : 曲げ応力度 (kgf/cm²)

M_e : 相当曲げモーメント (kgf-cm)

Z : 断面係数 (cm³)

α : キー溝による切欠係数

σ_b : 許容曲げ応力度 (kgf/cm²)

$$\alpha = 1 - \frac{0.2 \times b}{d} - \frac{1.1 \times h}{d}$$

ここで、 d : 軸径 (cm)

b : キー溝の巾 (cm)

h : キー溝の深さ (cm)

5) ねじりモーメントを受ける軸のせん断応力度

$$\tau = \frac{T_e}{Z_p \times \alpha} < \tau_a \quad (3.8.20)$$

ここで、 τ : せん断応力度 (kgf/cm²)

T_e : 相当曲げモーメント (kgf-cm)

Z_p : 極断面係数 (cm³)

α : キー溝による切欠係数

$$\tau_a = \frac{\sigma F_1}{S}$$

ここで、 τ_a ：許容応力度（せん断定格時）(kgf/cm²)

σF_1 ：引張り強さ(kgf/cm²)

S：安全率（せん断）

6) 軸の曲げによるせん断応力度

$$\tau = \frac{R}{A}$$

ここで、 τ ：純せん断応力度(kgf/cm²)

R：支点の反力(kgf)

A：支点部の軸の断面積(cm²)

なお、ねじりによるせん断応力度と曲げによる応力度は同一面内において最大応力度の生じる点が異なるので合成応力度の検討を省略してもよい。

3.8.12 歯車

歯車は、曲げ及び面圧の両面の強度及び耐久性を有するものとする。

〔解説〕

1. 歯車は曲げ強度の他、歯面の摩耗を考慮して面圧強度についても検討を行うものとする。ただし、面圧については、操作上での危険性に直接かかわりないので、定格トルク時の検討でよいものとする。

2. 強度の計算は、曲げについてはルイスの式、面圧についてはヘルツの応力説に基づき次式によることができる。

1) 平歯車

(1) 曲げ強度

$$P = f_v \times \sigma b \times b \times m \times y$$

(3.8.23)

ここで、P：歯の曲げ強度(kgf)

f_v ：速度係数

σb ：許容曲げ応力度(kgf/mm²)

b：歯巾(mm)

m：モジュール(mm)

y：歯形係数

(2) 面圧強度

$$P = f_v \times k \times d_0 \times b \times \frac{2 \times Z_2}{Z_1 + Z_2} \times B$$

(3.8.24)

ここで、P：歯の面圧強度(kgf)

f_v ：速度係数

k：接触応力係数(kgf/mm²)

d_0 ：小車のピッチ円直径(mm)

Z1：小歯車の歯数

Z2：大歯車の歯数

b：歯幅(mm)

2) かさ歯車

(1) 曲げ強度

$$P = f_v \times \sigma b \times b \times m \times y \times B$$

(3.8.25)

ここで、P：歯の曲げ強度(kgf)

f_v ：速度係数

σ ：許容曲げ応力度(kgf/mm²)

b：歯巾(mm)

m：モジュール(mm)

y：歯形係数

B：かさ歯車係数($\frac{R-b}{R}$)

R：円すい距離(mm)

(2) 面圧強度

$$P = f_v \times k \times d_0 \times b \times \frac{2 \times Z_2}{Z_1 + Z_2} \times B$$

(3.8.26)

ここで、P：歯の面圧強度(kgf)

f_v ：速度係数

k：接触応力係数(kgf/mm²)

d_0 ：小歯車のピッチ円直径(mm)

b：歯幅(mm)

Z1：小歯車の歯数

Z2：大歯車の歯数

B：かさ歯車係数($\frac{R-b}{R}$)

R：円すい距離(mm)

3. 各式に用いる速度係数等は次による。

1) 速度係数は次式により計算する。

- ・低速用 (V = 0.5 ~ 10m/s, 粗機械仕上又は不機械仕上)

$$f_v = \frac{3.05}{3.05 + V}$$

- ・中速用 (V = 5 ~ 20m/s, 並機械仕上)

$$f_v = \frac{6.1}{6.1 + V}$$

ここで、V：ピッチ円上の周速度(m/s)

(3.8.27)

2) 齒形係数(y)は次表の値とする。

表 3.8.5 齒形係数(y)

歯数 Z	並歯 圧力角 20°						
12	0.277	19	0.340	30	0.377	100	0.454
13	0.292	20	0.346	34	0.388	150	0.464
14	0.308	21	0.352	38	0.400	300	0.474
15	0.319	22	0.354	43	0.411	ラック	0.484
16	0.325	24	0.359	50	0.422		
17	0.330	26	0.367	60	0.433		
18	0.335	28	0.372	75	0.443		

3) 接触応力係数(K)は次表の値とする。

表 3.8.6 接触応力係数(K)

歯車材料		K kg/mm ²	歯車材料		K kg/mm ²
小歯車 (かたさ HB)	大歯車 (かたさ HB)	圧力角 20°	小歯車 (かたさ HB)	大歯車 (かたさ HB)	圧力角 20°
鋼 (150)	鋼 (150)	0.027	鋼 (400)	鋼 (400)	0.311
" (200)	" ("	0.039	" (450)	" ("	0.329
" (250)	" ("	0.053	" (500)	" ("	0.348
鋼 (200)	鋼 (200)	0.053	鋼 (500)	鋼 (500)	0.389
" (250)	" ("	0.069	" (600)	" (600)	0.569
" (300)	" ("	0.086	鋼 (150)	鉄	0.039
鋼 (250)	鋼 (250)	0.086	" (200)	"	0.079
" (300)	" ("	0.107	" (250)	"	0.130
" (350)	" ("	0.130	" (300)	"	0.139
鋼 (300)	鋼 (300)	0.130	鋼 (150)	りん青銅	0.041
" (350)	" ("	0.154	" (200)	"	0.082
" (400)	" ("	0.168	" (250)	"	0.135
鋼 (350)	鋼 (350)	0.182	鉄	鉄	0.188
" (400)	" ("	0.210	ニッケル鉄	ニッケル鉄	0.186
" (500)	" ("	0.226	"	りん青銅	0.155

3.8.13 ワイヤロープ

1. 取水ゲートのワイヤロープの規格はJIS 21号6×WS(36) A種又はG種及びJIS 6号(6×37)(ブリテンション加工)を標準とする。なお、取水ゲートを除く制水ゲート等のワイヤロープはJIS 6号(6×37)亜鉛メッキ、ブリテンション加工)を標準とする。

2. ワイヤロープのフリートアングルは、表3.8.7に掲げる値以下とする。

	一層巻	多層巻
溝なしドラム	2度	2度
溝つきドラム	4度	4度

〔解説〕

1. 自動制御を行うゲートのワイヤロープは耐疲労性(繰返し曲げ疲労)に優れた特性をもち、このため開閉装置を全体的にコンパクトにできるラングヨリのウォーリントンシール形JIS 21号6×WS(36)又は同IWRC亜鉛メッキ種を採用することが望ましい。

2. ワイヤロープのヨリ方にはSヨリ、Zヨリがある。通常はZヨリのみを使用してもよいが、ドラムに巻込まれるワイヤロープの方向や両吊りされる扉体に旋回が生じないようにするなどを考慮する必要のある場合には、両方を組合せて使用するとよい。

3. ワイヤロープの強度は次式により計算することができる。

1) 卷上げ荷重からの張力

$$F = \frac{W}{n \cdot \zeta_c} \quad (3.8.28)$$

ここに、F : ワイヤロープの張力(kgf)

W : 卷上荷重(kgf)

n : ロープの総掛数

ζ_c : シープ効率

2) モータ最大出力からの張力

$$F_2 = \frac{2 \times T}{Dd} \quad (3.8.29)$$

ここに、F2 : モータ最大出力からの張力(kgf)

T : ドラム軸トルク(kgf·cm)

Dd : ドラム径(cm)

3) 直張力に対する安全率

$$f = \frac{F_a}{F} > S \quad (3.8.30)$$

$$\frac{F_a}{F_2} > f_1$$

ここで、 f : ワイヤロープの安全率

F_a : 使用ワイヤロープの切

断荷重 (kgf)

F : ワイヤロープ張力(kgf)

S : 安全率:取水ゲートの

場合 = 10, その他ゲ

トの場合 = 8

F_2 : モータ出力からの張力

(kgf)

f_1 : 安全率 = 1.71

4. ロープ掛け要領

取水ゲートのロープ掛けは、扉体側はリフティングビームの中央を吊る方式を原則としているので、開閉装置側は図 3.8.7 のようにドラムを 1 体（2 連ドラム）とし、一本のロープ末端双方を巻取るが、上側中央のシーブは事実上回転せず、左右にアンバランスを生じないのでよい方式である。なお、この方式によればロープ本数は 2 の累乗に限られる。

5. フリートアングルは、ワイヤロープがドラムに整然と巻き込まれる安全な角度を示すもので、ワイヤロープの寿命や開閉動作の安定上重要なものである。

フリートアングルの計算は次式に示すとおりである。図 3.8.8において、フリートアングル θ_1 , θ_2 を開閉揚程、ドラムの大きさなどから適切に決るものとする。

$$\theta_1 = \tan^{-1} \frac{A}{C} < \text{許容角度}$$

(3.8.31)

$$\theta_2 = \tan^{-1} \frac{B}{C} < \text{許容角度}$$

ここで、 θ_1 : 扉体最上昇時フリートアングル (deg)

θ_2 : 扉体最下降時フリートアングル (°)

A : シーブ位置より巻終りまでの距離 (cm)

B : シーブ位置より巻始めまでの距離 (cm)

C : 扉体最上昇時シーブ中心よりドラム中心までの距離 (cm)

D : 扉体最下降時シーブ中心よりドラム中心までの距離 (cm)

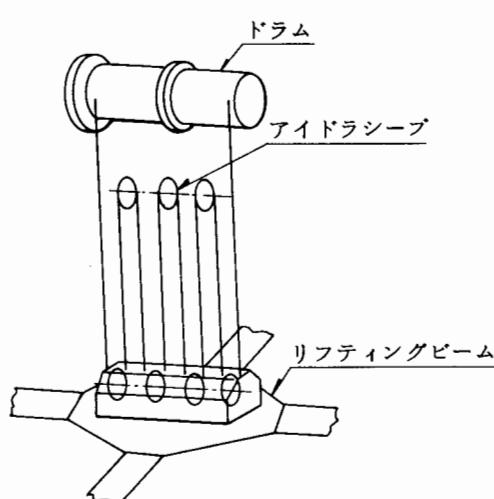


図 3.8.7 ロープ掛け要領の例

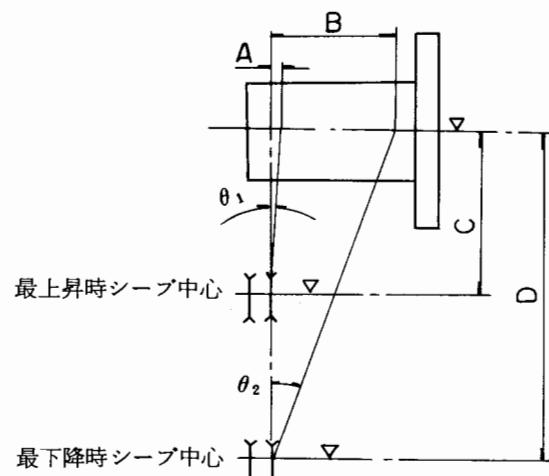


図 3.8.8 フリートアングル

3.8.14 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、振動等を起さない構造としなければならない。

〔解説〕

開閉装置フレームは荷重及び振動に対し剛性を持たせるものとし、断面の急変を避ける必要がある。このためフレーム高さは、フレーム支持部が箱抜き等の関係で梁を形成する場合は、強度計算によりフレーム高さを決める必要があるが、べた置きの場合でも電動機一中間軸の中間ギヤ直径の 30 %, ドラム支持部分についてはドラムギヤ直径の 30 %程度とするのがよい。なお、フレームの全長が 3 m 以上の場合は運搬・据付上一般に分割して製作する必要が生じる場合もある。

3.8.15 扉体吊上げ装置 (リフティングビーム)

1. 取水ゲートには、リフティングビームを取り付けるものとする。

ただし、リフティングビームは取水蓋を兼ねてもよい。

2. リフティングビームの形状及び構造は、ビーム上面中心に取り付ける扉体巻上用シーブブロック中心から振り分けて 2 本又は 4 本のビーム先端から吊りロッドを吊り下げるものとし、吊りロッドは長さを調整できる構造とする。

4 点吊りとする場合のビーム及びロッドの設計荷重は、扉体の揺動等による荷重の不均衡を考慮して、分担荷重を決めるものとする。

〔解説〕

1. 開閉装置が取水盆から流水する流入断面を阻害しないよう取水ゲートの最上段扉と開閉装置の接続には吊りロッドを設ける。この吊りロッドは扉体の形状によって 2 本又は 4 本とし、さらにリフティングビームを介して、ワイヤロープに接続する方式を採用する。

リフティングビームは、取水蓋の形状が取水中の風波浪等による圧力変動があっても支障とならない平板形状のような場合には、取水蓋を兼用してもよい。

2. リフティングビームの形状及び構造は図 3.8.9 のようにバランスのよいものとし、吊りロッドは据付時の調整を考慮して長さの調節が可能なものとする。

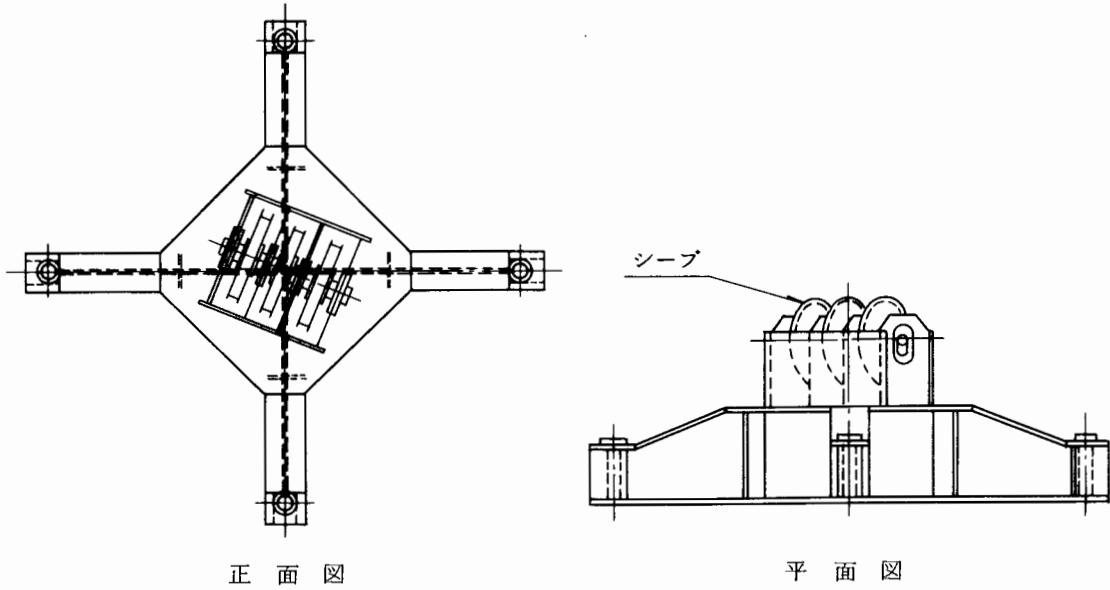
吊りロッドを 4 本とする構造のものでは、4 本の吊りロッドに均等に荷重が作用しないことが考えられるので、この場合の 1 本当り設計荷重は全荷重の 3/8 とすることができる。

3. 主要な設計条件等は次のとおりとする。

(1) 荷重及び荷重の組合せは開閉装置の設計 3.8.4 等に準じるものとする。

(2) 許容応力度

リフティングビームの許容応力度は、開閉装置に準じる。



正面図

平面図

図 3.8.9 リフティングビームの例

3.8.16 安全装置

開閉装置には、必要に応じて右表に掲げる安全装置を設けなければならない。

なお、インタロック装置はインタロック装置を設けたことによって操作上支障の起らないよう必要最少限にとどめるものとする。

表 3.8.8 開閉装置の安全装置

1. 上下限制限開閉装置
2. 非常用上限制限開閉装置
3. 過負荷防止装置
4. 扉体傾斜調整装置
5. 扉体開度指示装置
6. ワイヤロープ弛み防止装置
7. ワイヤロープはずれ防止装置
8. インタロック装置

〔解説〕

ここでいう安全装置は、扉体の開閉の誤操作や不安定な機構部分の保護を目的として設ける装置をいい、取水時の自動制御用の装置は含まない。

(1) 上下限制限開閉装置

この装置は、扉体の揚程の上、下限で開閉装置を自動的に完全に停止させるもので、防水性、防塵性にすぐれ、確実に作動するものでなければならない。一般にマイクロスイッチが用いられる。

(2) 非常用上限制限開閉装置

この装置は、上限制限開閉装置が故障等の場合に作動するもので、マイクロスイッチ等上限制限開閉装置に使用されているものと同種ものが使用される。

(3) 過負荷防止装置

この装置は、開閉装置に過負荷が発生した場合、伝達動力を自動的に遮断するものである。過電流継電器、トルクリミッタ等が使用される。

(4) 扉体傾斜調整装置

この装置は、ワイヤロープで扉体を開閉する場合に扉体の傾斜が過大にならないよう設けるもので、セルシンなどの組合せが用いられる。ただし、取水ゲートではリフティングビームやアイドラシーブを採用するので、一般にはこの装置は必要としない。

(5) 扉体開度指示装置

この装置は、扉体の開度を機械式又は電気式によって表示するもので、制御範囲に適合した精度のものを使用しなければならない。この装置は、機側操作のみの場合は機側操作盤に、遠方操作を行うときは機側及び遠方操作盤にそれぞれ設けることが望ましい。表示板と扉体の間の機構はできるだけ簡略化、軽量化し誤差を極力減少させるようにすることが望ましい。

機械式は、扉体の上下動及び回転角を機械的に表示するもので機側操作の場合のみに使用されている。

電気式の場合は、微少な開度制御が要求され遠方操作を行うものには、A・Dコンバータ方式、リードスイッチ方式、ポテンショメータ方式が、開度の精度はあまり要求されないが遠方操作を行うもの、又は機側操作でも機械式が不適当なものには、シンクロ電機（セルシン）が一般的のゲートには使用されている。

なお、選択取水ゲートで取水深の管理を開度指示装置と兼用する場合には、機械式に組合せ直接デジタル信号の取り出せるシャフトエンコーダを用いることが望ましい。

(6) ワイヤロープ弛み及びはずれ防止装置

この装置は開閉中の扉体に異物等をはさむなどでワイヤロープが弛んだりシーブからはずれたりするのを防ぐもので、弛み防止装置には、ロープ支点反力の低減を感じる機構とマイクロスイッチの組合せを用いるものが多い。

はずれ防止は、ロープシーブの外周にカバーを設けるなどの機械的なものとする。このうち弛み防止装置は取水ゲートには特に重要である。

(7) インタロック装置

誤動作等による事故を防止するために重複して作動してはならない場合には、インタロック装置を設ければならない。

インタロック装置には、①機側及び遠方操作のいずれも操作可能なゲートでは、機側操作を優先し機側操作中は遠方操作はできないようにする。②開閉用動力を切り換えて操作する場合は、一方の開閉用動力が運転中は他の開閉用動力は作動しないか又は動力を伝達しないようにする。③扉体が休止装置に保持されている場合、特にメンテナンス実施中は、開閉装置は作動しないようにするなどのものがある。

この他、取水ゲートでは保安ゲート動作後の次の動作の規制、制水ゲートの動作を規制するものなどのインタロック装置が必要であるが、これらのインタロック装置は、取水制御用のインタロック装置も含め、重要な部分に信頼性のあるものを必要最少限にとどめ、これらのために操作のトラブルが起きないようにしなければならない。

(8) その他

扉体休止装置を設ける場合は、その解除操作は原則として無動力によるものとし、操作は確実に行えるものでなければならない。

操作盤の計器類及び表示は、ゲートの使用目的に合せ、必要なものを設けることが望ましい。また、開閉装置の回転、摺動部分等には、危険防止のため防護カバなどを設けるものとする。

3.8.17 開閉装置設置架台

開閉装置を設置するために取水塔の上部に設ける架台の形状・構造等は、開閉装置の形状・寸法、荷重条件等を考慮して適切なものとする。

〔解説〕

ここで扱う架台は、開閉装置（フレーム付）及び種々の操作機器及びメンテナンスのために設けるものである。

1. 架台の広さは、次条4.6.16の機械室の広さ以上とする。

2. 主要な設計条件等は次によることができる。

(1) 設計荷重及び荷重の組合せ

考慮する荷重は、(1)自重、(2)開閉装置の重量及び開閉装置に作用する鉛直力、(3)機械室の重量及び機械室に作用する鉛直力及び、(4)開閉時の横揺を考慮して(1)～(3)の総鉛直力の10%の水平力及び開閉力の水平方向分力の力とする。荷重の組合せはこれらの荷重が同時に作用するものとする。ただし地震時、暴風時の検討は省略してもよい。

(2) 材料

材料は、SS41又はRCコンクリートとする。

(3) 許容応力度

1. 鋼材の許容応力度は(1)の荷重の考え方に対応させて取水ゲートの3.3.1条の表3.3.1に準じるものとする。

(4) 許容たわみ

鋼構造のはりのたわみは支点間の1/800とする。

3. 構造

鋼構造の場合には、電算による解析を行う場合を除き構造系は静定構造とし、応力の流れが複雑とならないよう架台の部材は取水塔上部の水平部材とは兼用しないことが望ましい。

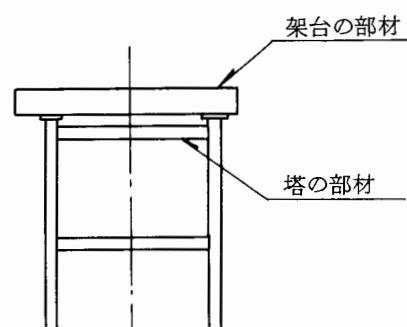


図3.8.10 架台の取付け例

3.9 取水塔の設計

3.9.1 斜樋型

- 斜樋型の取水塔（以下「斜樋」という）を設置する場合は、原則として地山の良好な地盤上に設けるものとする。
- 斜樋は鉄筋コンクリート構造とし、自重、水圧、土圧、揚圧力、地震力その他予想される外力に対して十分安全な構造としなければならない。

〔解説〕

1. コンクリートダムに付属型の斜樋を設置する場合は、コンクリートダムの設計に準ずるものとするが、フィルダムのように分離型の斜樋を設置する場合は堤体の基礎と同等の良好な地盤上に設けることが望ましい。

斜樋縦断方向には5～10m毎にすべり止めステップを設け、必要ある場合は掘削斜面にアンカバー、ロックボルトで斜面安定を行なう。

なお、設置勾配としては真名川ダムで、約44°が用いられているが、ゲート設計から見た緩勾配は、次の点に留意する必要がある。

(1) 水深に比して扉高、戸当り長さ、開閉装置のワイヤロープ巻取長さが大きくなる。

(2) 扉体自重の巻下方向の分力が小さくなり、巻上、巻下荷重に占める摩擦抵抗の割合が大きくなる。また、巻上時と巻下時のロープ張力の差が大きくなる他、巻下時にロープ張力の減少でロープ自重による大きなサグを生じ巻上時始動と扉体上昇の間に時間的遅れが生ずる。

2. 斜樋は鉄筋コンクリートラーメン構造の斜樋管体とこれに付属する取水ゲート、スクリーン及び管理用階段からなり、次の外力に対し十分安全な構造でなければならない。

(1)自重、(2)水圧、(3)埋戻し土圧、(4)ゲート、巻上装置スクリーンなどの重量、(5)揚圧力、(6)管の傾斜による推力、(7)地震時慣性力、(8)地震時動水圧、(9)水撃圧など。

荷重の組合せは3.1.2によることができる。

この中で、設計水圧等必要な項目はゲート設計水圧に準じるものとする。

3.9.2 堤体設置型

堤体に鋼製の取水塔を設ける場合は、取水塔は、鉛直荷重により座屈しない他、堤体の支持は堤体に局部応力を生じさせない構造としなければならない。

〔解説〕

堤体設置型には、堤体からコンクリート構造の管体を張り出すものもあるが、この形式の場合は斜樋型やダムの構造基準等に準じるものとして、ここでは堤体支持の鋼製の取水塔について示す。

この取水塔の構造は、原則として平面内では矩形とし、鉛直面は柱に対し矩形の辺の寸法と等しい程度の間隔で堤体に支持する支持杭を配置するものとする。

これらの構造系の計算は立体解析することが望ましいが、慣用計算としてもよい。

(1) 荷重は載荷される荷重及び自重について見おとしのないものとし、荷重の組合せは 3.1.2 によるものとする。なお、この取水塔の設計震度は堤体に準じる。

(2) 材料は 3.2、許容応力度等は 3.3 によるものとする。

(3) 慣用計算は次によることができる。

① 接合部の拘束条件は新規のダムでは全て完全拘束とすることができるが、既設ダムに設ける場合は次による。

1. 柱と堤体の接合部は、完全拘束（3方向の変位と3つの軸回りの回転を全て拘束する。）

ロ. 支持はりと堤体との接合部は

a. 鉛直方向変位：拘束しない。

b. 水平方向変位

X方向：拘束する。

Y方向：いずれか一方のみ拘束。

c. 回転：拘束しない。

ハ. 塔上ガーダーと堤体との接合部変位、回転とも全て拘束しない。

② 柱は、載荷荷重及び転倒モーメント等に対する軸力により、格点間で座屈しないものとする。

このとき、有効座屈長(ℓ)は図 3.9.1において

$$\ell = 1.9 h \quad : \quad k \leq 5$$

$$= \{ 1.9 + 0.14(k-5) : 5 < k \leq 10 \}$$

$$k = \frac{I_c/h}{IB/L}$$

I_c ：柱の断面二次モーメントの平均値 (cm^4)

IB ：はりの断面二次モーメントの平均値 (cm^4)

h ：ラーメン柱の高さ（基礎上面又は柱との接合点から接合点の高さ）(cm)

L ：はりの長さ（柱との接合点から接合点の長さ）(cm)

③ 支持杭及び横はりは、地震又は風荷重が格点に集中して作用するものとして、2層のモーメントとして解く。このとき堤体の支持を図 3.9.1 のようにピン又はスライド支持とするか、堤体に埋め込む完全固定とするかに注意する。

いずれの支持方式の場合でも、支持点は地震時の荷重により堤体コンクリートに対し、十分応力を分散するよう考慮することが必要である。

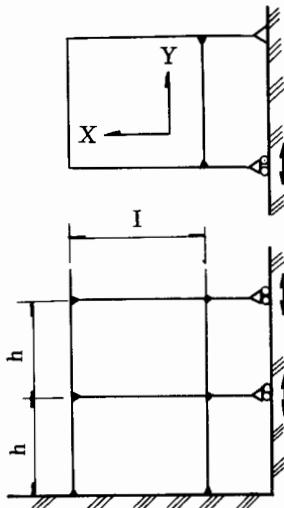


図 3.9.1 拘束条件の例
(堤体と完全拘束しない場合)

3.9.3 独立塔型

- 独立塔型の取水塔の形式及び構造は、取水ゲート型式、設置場所、安定性、等を考慮し、設計する。
- 取水塔は耐震性（設計条件によっては耐風圧性）について特に配慮し、構造計算は最終的には立体解析を行うことが望ましい。

〔解説〕

1. 取水塔の構造

独立塔型の取水塔の基本形式には、鋼構造のものとコンクリート構造のものがある。

この取水塔は、いずれも耐震性および安定性を考慮して設計する必要がある。

なお、近年の鋼構造の取水塔は柱の数を少なくする傾向がある。

2. 耐震性

独立塔型の取水塔は、一般に細長い水中構造物であるので、耐震性については十分配慮しなければならない。その設計震度については動的解析等を用いて当該構造物に適したものとなるよう十分注意して決めることが望ましい。

設計震度等の耐震設計の事例を参考として表 3.9.1 に示す。

表 3.9.1 取水塔の設計震度事例

ダム名	取水塔の分類	取水塔の高さ	ゲートの種類	堤体震度	取水設計震度	備考
白川	独立塔	39.5m	円形取水ゲート	0.12	常時溝水位時: KH=0.12 サーチャージ水位時: KH=0.06	鉄骨トラス構造
手取用	"	8.6	半円型取水ゲート	0.15	KH=0.15~0.24 KV=0.075~0.12	
三保	"	31.5	直線型取水ゲート	0.20	KH=0.20	弾性梁としての三次元解析を行なった。
中里	"	49	多孔式取水ゲート	0.20	道路（昭和47年4月） を適用した修正震度法による KH=0.25 KV=0.1	
岩屋	"	8.5	直線型取水ゲート	0.15	観測地震波による動的振動別の応答値 を考慮して、設計震度を決めた。 上下流方向: KH=0.12~0.40 左右方向: KH=0.13~0.30	

3. 耐風圧性

風荷重は、純投影面積に作用するものとして、下記の値に形状係数を乗じた値とすることができる。

鉛直投影面積に対して 300 kg/m^2

ここに、形状係数は、

平面形状に対して	1.2
トラスラーメン形状及びスクリーン風上側に対して	1.6
" 風下側に対して	1.2
円筒形状(1本のもの)に対して	0.7

とする。

なお、その他の荷重は、堤体設置型の場合に準じるものとする。

3. 構造計算

この型の取水塔は他のタワーと異なり扉体の吊り上げ時、取水塔天端に大きな荷重が作用し H/D が大きい場合、全体座屈の検討が重要となる。したがって、 H/D が大きい場合には、設計の最終段階では変形、全体座屈の検討も容易に行なえる電算を用いた立体解析を行うことが望ましい。

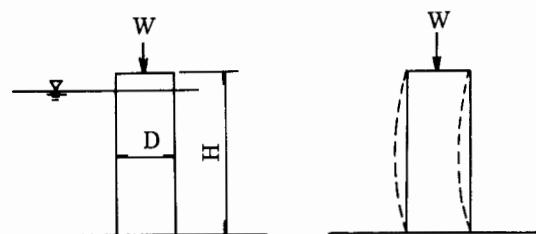


図 3.9.2 取水塔の全体座屈モードの概念

3.10. 制水ゲート

3.10.1 制水ゲートの選定

制水ゲートの選定は、操作条件を考慮し、スライドゲートまたはローラゲートを用いることを標準とする。

〔解説〕

制水ゲートの選定は、流水遮断を必要とする場合及び傾斜のゆるやかは斜樋の場合には摩擦抵抗が小さなローラゲートを用い、開閉時に水圧バランスでかつ垂直に開閉作動する場合は、構造が比較的簡易なスライドゲートとする。

なお、円形ゲートの場合には制水ゲートとして制水蓋を用いることもできる。

3.10.2 制水ゲートの位置

制水ゲートの設置位置は原則として放流管の最上流部とする。

〔解説〕

制水ゲートの目的は放流管及び取水バルブ等の保守点検であるので、その設置位置は原則として放流管の最上流側とする。

3.10.3 制水ゲートの設計荷重等

制水ゲートの設計荷重等は原則として次のとおりとする。

(1) 考慮する設計荷重は、次表による

表 3.10.1 荷重項

荷重項	記号	扉体	戸当り	開閉装置	備考
(1) 扉体の自重	(Wg)			○	含ワイヤ ロープ等
(2) 貯留水による静水圧の力	(P)	○	○	△	
(3) 地震時における扉体の慣性力	(Ig)	○	○		
(4) " 貯留水動水圧	(Pd)	○	○		
(5) 浮力	(Wu)			○	
(6) 開閉によって生じる力	(Po)			○	

△：流水遮断を行うゲートの場合

(2) 荷重の組合せは次表による

表 3.10.2 荷重の組合せ

	状態	組合せ	備考
扉体	地震時以外の時	P	
	地震時	P, Ig, Pd	
開閉装置		Wg, Wu, Po	水上では(Wu)なし

(3) 許容たわみ度、扉体の許容たわみ度は原則として $1/2,000$ とする。

(4) 材料及び許容応力度等は、規模、構造を考慮して適切に決めるものとする。

〔解説〕

1. 設計荷重の主要条件となる設計水位条件は次表によることができる。

表 3.10.3 設計水位条件

	状態	上流側	下流側	備考
制水時	地震時以外の時	設計洪水位	水位なし	
	地震時	サーチャージ水位 又は常時満水位	"	
開閉時	一般ゲート (流水遮断無)	上下流水位差無し		
	流水遮断時	常時満水位	水位なし	閉時のみ

なお、設計震度の取扱いは、取水ゲートに準じる。

2. 荷重の組合せについては、このゲートは水没してのみ用いられる状態を考慮する。開閉中においては地震力は考慮しなくともよい。なお、開閉によって生じる力とは、支承部、水密ゴム等の摩擦力および開閉によって生じる分力等である。

3. たわみ度は、4方水密方式の構造を考慮し、 $1/2000$ 以下とするのがよい。

4. 材料については、このゲートの状態から腐食に対するメンテナンスは行いやすいので普通鋼とし、ゲート規模たわみの条件を考慮してSS41又はSM41とするのがよい。

5. 制水ゲートの許容応力度については、設計水深25m未満のゲートは3.3.1条解説表3.3.1ゲートの許容応力度を採用し、同25m以上のゲートは、このゲートを使用して行う放流管のメンテナンス作業の安全を考慮して次表の値とする。

表3.10.4 設計水頭25m以上のゲートの許容応力度

種類	SS41, SM41, SMA41 厚さ≤40mm
1. 軸方向引張応力(純断面積につき)	1,050
2. 軸方向圧縮応力(純断面積につき) 圧縮部材	$\frac{l}{r} \leq 20 : 1,050$ $20 < \frac{l}{r} \leq 93 : 1,050 - 6.3 \left(\frac{l}{r} - 20 \right)$ $93 < \frac{l}{r} : \frac{9,000,000}{6,700 + \left(\frac{l}{r} \right)^2}$
圧縮添接材	1,050
3. 曲げ応力 桁の引張縁(純断面積につき) 桁の圧縮縁(純断面積につき) Aw:腹板の総断面積(cm ²) Ac:圧縮フランジの総断面積(cm ²) l:圧縮フランジの固定点間距離(cm) b:圧縮フランジ巾(cm)	1,050 $\frac{l}{b} \leq \frac{9}{K} : 1,050$ $\frac{9}{K} < \frac{l}{b} \leq 30 : 1,050 - 9 \left(K \frac{l}{b} - 9 \right)$ 但し $\frac{Aw}{Ac} < 2$ の場合は $K = 2$ とする $K = \sqrt{3 + \frac{Aw}{2Ac}}$
スキンプレート等で直接固定された場合	1,050
4. せん断応力(純断面積につき)	600

※ 厚さ>40mmの場合は、上記の値の0.92倍とする。

イ. 地震時を考慮した場合の許容応力度は上記により定める値の1.5倍とする。

ロ. 溶接継手の許容応力は上記により定める値に3.3.1の表3.3.1の値を乗じた値とする。
(開閉装置)

開閉装置の安全率は3.3.2条表3.3.4の値とする。

3.10.4 制水ゲートの構造

制水ゲートの構造は、原則として次のとおりとする。

1. 扉体

扉体の構造形式は横主桁方式とし、横主桁は製作に支障のない範囲で配置間隔を小さく配置する。縦桁は一般には端縦桁のみでよいものとするが、その桁高さは横主桁の桁高さに合わせる。

2. 戸当り

制水ゲートの戸当りレールは、水密及び荷重伝達の重要な放流管の呑口部以外はできるかぎり簡易な構造とする。

3. 開閉装置

開閉装置には流水遮断を行う必要のあるゲートでは、自重による急閉鎖の行える機溝を設けることが望ましい。

4. 給水バルブ

制水ゲートの巻上げ前に放流管に給水する給水バルブは、操作が容易で、確実なものを設けるものとする。

5. 構造計算は直線型の取水ゲートに準じるものとする。

[解説]

1. 扉体の構造は、横主桁方式としコンクリート構造物への荷重伝達は両側の戸当りレールから行われるようにするのがよい。

横主桁は、スライドゲートでは特に端縦桁に均等に荷重を伝達させるため配置間隔は小さい方が有利なので、製作時スキンプレートに横主桁を溶接するのに支障とならない程度の間隔とする。

縦桁の配置本数は、スキンプレートに接合されていない側の扉体の横主桁の剛性などの点では中間縦桁があった方が有利な場合もあるが、径間が3m以下程度の扉体ではこの点は問題ないので端縦桁のみでよい。ただし、やや大きめの扉体では、横桁の高さと等しい桁高の中間縦桁又は用心のために背面斜材を設けることが望ましい。

スライドゲートのスライド金物は、扉体の横主桁のたわみから厳密には面接触にはならないが、接触巾も小さく、たわみによる現実的な影響も小さいと考えられるので面接触として設計してよい。なお、その材料

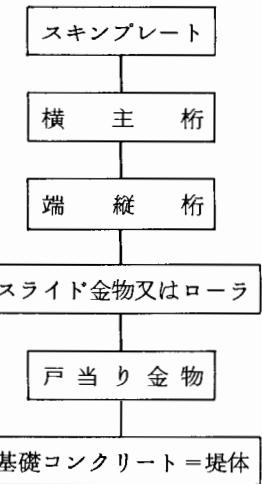


図3.10.1
制水ゲートの荷重の伝達

は戸当り側の材料と同種とすると異状摩耗(かじり現象)のおそれがあるので、戸当り材(SUS材)と同種金属でも成分の異なるもの、苛酷な条件では異種金属(FC材料、BC材料等)を用いるのがよい。

斜槽の場合のように斜面で、かつ高揚程を引き上げる必要のある制水ゲートでは、スライドゲートであっても、開閉時のスベリ抵抗、スライド金物の摩耗を考慮して図3.10.2に示すように水密範囲以外では補助ローラによる開閉を行うのが望ましい。

2. 戸当り

制水ゲートの水密及び基礎コンクリートへの荷重の伝達は、呑口部のみでよいので、この部分の戸当り金物の精度、剛性には十分留意する必要があるが、これ以外のガイドレール等は多少の精度不足は許されるので、架設時及び腐食に対する支障のない範囲で鋼材使用量を減じる構造とする。

3. 開閉装置

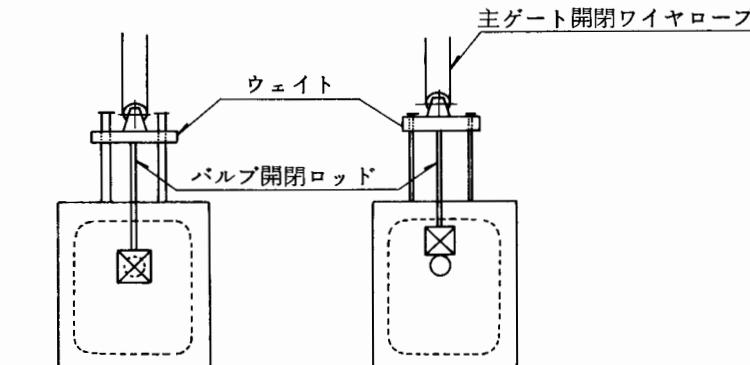
開閉装置の構造は、取水ゲート等の場合に準じればよいが、流水遮断を行うゲートでは緊急時に扉体の自重降下が可能なような油圧ポンプブレーキ、ファンブレーキ、発電ブレーキ等を利用した急閉鎖装置を設けるものとする。

この閉鎖速度は5m/min程度とする。

なお、緊急閉鎖を目的としない場合でも、高揚程の設備では、閉鎖時間を短縮するために自重降下装置を設けてよい。

4. 給水バルブ

制水ゲートによって締切りを行った後に、制水ゲートを開ける前には、あらかじめ放流管には、給水バルブで充水を行う。この給水バルブは堤体上流面から放流バルブ室などを経由して放流管に配管しバルブ室に充水バルブを設計操作するのが一般的である。ただし小口径でよいので、操作を簡略化するため、給水バルブの開閉用に制水ゲートの開閉力を直接利用する右図のような方式の給水バルブ扉体に設けてよいものとする。なお、この方式は開閉に対し確実に作動するよう慎重に設計を行うものとする。



主ゲート閉、給水バルブ開 主ゲート閉、給水バルブ閉

図3.10.3 扉体付給水バルブ(参考)

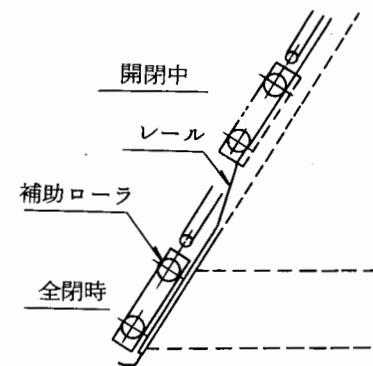


図3.10.2 補助ローラによる開閉の例

3.11 保安ゲート

3.11.1 保安ゲートの選定

保安ゲートの形式は、取水ゲート型式及び取水量さらに維持管理を考慮して選定する。

〔解説〕

保安ゲートの形式には、一般にフラップゲートと引上げ式ゲートがあり、特に規模が大きな場合には制水ゲートが保守ゲートを兼ねる例もある。このほかまれには一定の圧力で破損するゴム板あるいはシャーピンを用いる例もあるが、破損の不確実性や破損後の復旧が容易でないので原則として、これは用いないものとする。

実績などを考慮すると保安ゲートは、上部(又は中間)ヒンジのフラップゲート(以後単に「フラップゲート」という)を標準とするのがよく、フラップゲートの大きさが著しく大きくなる場合にはフラップゲートと引上げ式ゲートと組せる方式、フラップゲートの規模が小さくても設置位置などの関係から引上げ式ゲートの方がよい場合は引上げ式とするのがよい。

すなわち引上げ式ゲートについては、これを単独で用いる方式は、緊急時の放流量と引上げ速度の関係、電気的な自動操作の面で不確実な要素があるので、無動力で確実性の高い、フラップゲートが保安ゲートとしては優れている。しかし、フラップゲートの規模が10m³程度以上となる場合には、引上げ式ゲートと組合せてフラップゲートの面積を小さくする併用方式を考慮する。

なお保安ゲートは作動の確認が容易なものとし、引き上げてのメンテナンスが行える形式とする。

3.11.2 保安ゲートの設置位置

保安ゲートの設置位置は、原則として取水ゲートの最下段扉の下部に取り付ける。

〔解説〕

保安ゲートは、その目的が達せられれば何れの場所に設置してもよいが、水面に近い取水ゲートの上段扉に付けると開閉頻度の多いゲートに荷重を付加することになる他、波浪等の水位変動に影響されやすいこと、また最上段扉に付けると最上段扉を長くする必要があり取水機能の点から不利となる。さらに斜槽等の堤体側に付ける場合には、水位条件の設定に不確定な要素がある。また保安ゲートを堤体などに直接設ける方式は、メンテナンスの点で不利となるので、これらを考慮すれば保安ゲートは取水ゲートの最下段扉の下部に設置するのを原則とする。ただし、小規模な取水ゲートでは上段扉に付けてもよく、また、通常の取水ゲートの他に下部ゲート等を設け、このゲートに保安ゲートを取り付ける方が設備構成上から有利な場合はこれによるのがよい。

なお、最下段扉に保安ゲートを取り付ける場合には、この設置に必要な高さの分だけ、下段ゲートを長くする必要がある。

また、計画上の手法として通常の取水ゲートは計画堆砂面までとし、これ以下の水位からの取水用として下部ゲートを設ける場合には、下部ゲートに保安ゲートを設ける方が有利な場合もある。ただし、堆砂

による保安ゲートの影響について運用上の配慮が必要である。

3.11.3 保安ゲートの設計荷重等

保安ゲートの設計荷重等必要な条件は、当該取水ゲート型式の扉体に準じるものとする。

〔解説〕

設計荷重等については、保安ゲートは取水ゲート本体の一部となるので取水ゲートと同じものとする。

3.11.4 保安ゲートの作動水頭

保安ゲートの作動水頭は、取水ゲートの設計水頭(h_0)の値以下とし、必要以上に保安ゲートが作動しないように計算により求める静水圧に一定の不感帯を考慮して定めるものとする。ただし、復帰する水位差は、特に必要ある場合以外は内外水位差“0”でもよいものとする。

〔解説〕

保安ゲートの作動水頭(水位差)は、取水ゲートの保安の目的から、原則として取水ゲートの設計に用いる設計水頭(h_0)の値以下の水圧を与える水位差とする。一般には、必要以上に保安ゲートが作動しないように計算により求める水位差に50cm程度を加算する水位差を設定水位差とする。

復帰の作動水位については、原則的には作動水位と同じがよいが、フラップゲートの場合には、一担ゲートが作動した後は、この開口部からの流入水の速度水頭など複雑な水理条件から閉じ側のモーメントは一般的に計算には合致しないことが多いので、取水ゲートの取水を一担停止させ、保安ゲートの作動の原因を調べた後に内外水位差が0となった時点で復帰すればよいものとする。従って、フラップゲートが作動した後でも取水を止められない計画とする取水ゲートの保安ゲートは人為的な復帰機構を設けるのがよい。なお、水位計によって電気的に作動する引上げ式等の保安ゲートの作動設定水頭は、水位計の波による不感帯を考慮しても取水ゲートの設計水頭(h_0)を越えないものとする。

3.11.5 保安ゲートの開口断面

保安ゲートの開口断面は、当該取水ゲートの設計水位条件において取水量に見合う水量を流入できる断面積以上とするものとする。

〔解説〕

保安ゲートの開口断面積は、次式により求められる。

$$A = \frac{Q}{C \sqrt{2gH}}$$

ここで、 A ：必要な開口断面積(m^2)

Q ：流量(m^3/s)

C ：流量係数(一般に $C = 0.6$)

H ：水位差($H = h_0 = 3$)

3.11.6 保安ゲートの構造

保安ゲートの構造は原則として、次のとおりとする。

1. フラップゲート

(1) フラップゲートの構造形式は、ヒンジを上部又は中間に2ヶ所設ける2点ヒンジの桁構造とする。

(2) 開閉は自重又はカウンタウェイトを利用して無動力によるものとし、開閉の確認は操作室で行えるものとする。

〔解説〕

1. フラップゲートの構造は、図3.11.1に示すような上部ヒンジの縦主桁式又は、中間ヒンジ(バタフライ形)の横主桁式とする。

ヒンジの数は、上部ヒンジの場合には多点とすることも考えられるが、構造上安定し、メンテナンスの点で2点ヒンジとするのがよい。

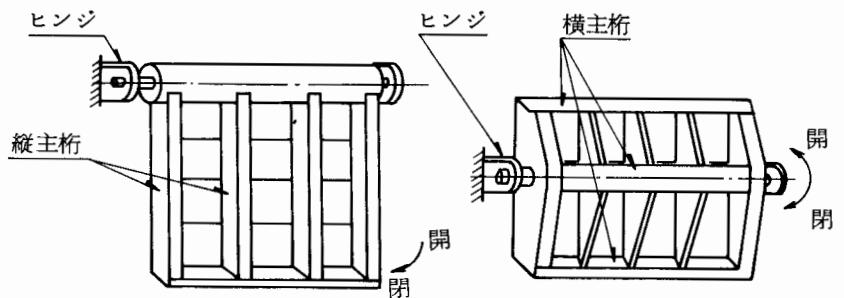


図3.11.1 フラップゲートの構造(概念)

2. 構造計算は、各桁等は全て単純化りに置き換え、直線形取水ゲートに準じて行うものとする。

3.12 下部ゲート

3.12.1 下部ゲートの選定

下部ゲートは、スライドゲートを標準とする。

〔解説〕

2.3条設備構造で示しているように、いわゆる取水ゲートのみとするよりも設備全体の効率上から取水ゲートより下層部からの取水用として設ける下部ゲートは、水位バランスで開閉を行うのが普通なのでスライドゲートを標準とする。

3.12.2 下部ゲートの設計荷重等

下部ゲートの設計荷重、荷重の組合せ及び材料とその許容応力度等は、取水ゲートに準じる。

〔解説〕

下部ゲートは、設置位置はいわゆる取水ゲートより下層にあるが、その目的及び安全ゲート等の関係は取水ゲートと同じであるので、設計荷重等は全て取水ゲートの場合と同じでよい。

なお、取水ゲートが円形ゲートで保安ゲートを有していない場合でも同様である。

3.12.3 下部ゲートの構造

下部ゲートの構造は、制水ゲートに準じるものとする。

〔解説〕

下部ゲートは荷重の大きさ等は制水ゲートと異なるが、その構造は制水ゲートをローラゲートとする場合の構造と同じ考え方で行うことができる。

3.13 スクリーン

1. スクリーンの種類は、原則として、フラットバーを用いるバースクリーンとする。
2. スクリーンバーの間隔は下流設備の保護に必要な寸法から定めるものとする。
3. スクリーンの取付範囲は、設備の構成・構造上有利な場合を除き、呑口部周囲を対象とする。
4. 設計荷重等は設備の規模等を考慮して適切に定めるものとする。

〔解説〕

1. スクリーンは、流木、流芥等を確実に受止めるもので、これらの衝撃、水圧、あるいは除塵機による押付力、その他の荷重に耐え、水理特性が良く、渦、振動その他の障害の発生や、目詰り等の生じにくいことが必要である。一般にはこれらに対して総合的に優れ、実績の多いフラットバーのバースクリーンを使用するのがよい。

2. バーのピッチは放流バルブや発電水車など下流設備の影響の他、取水ゲートに流木が噛み開閉の障

害となることを防ぐなどの機能も考慮して決めるものとするが、実績調査によればスクリーンバーの目詰りに関してはバーの間隔の大小はあまり影響なく、下流の放流バルブや発電への障害はバー間隔が40～100mmの場合に比較的多い。

このようなことからスクリーンバーの間隔は、標準としては、従来の実績で最大の間隔となっている100mmとし、100mmでは支障のある設備の場合には50mmとするのがよい。

3. スクリーンの取付け範囲は、実績では、半円ゲートの場合にはほとんどが呑口部（リフティングビームに固定又は連動）のみとなっているが、直線及び円形ゲートでは取水範囲の全体を固定スクリーンでカバーしている。しかし、全面固定スクリーンでは面積は膨大なものとなることを考慮すればスクリーンはできる限り呑口部のみに付けるのが望ましい。ただし、フロート式は支障が多いので採用に当っては十分な検討が必要である。

4. スクリーンの設計荷重等については次によることができる。

(1) 設計荷重

①スクリーン上・下流の水位差による水圧、②波浪による動水圧などが考えられるが、取水範囲の全面にスクリーンを設ける場合はスクリーンの面に0.5tf/m²、呑口部のみにスクリーンを設ける場合にはスクリーンの面に1.0tf/m²の力を考慮すればよいものとする。

受衝については、地震時にスクリーンが受ける動水圧及び慣性力が作用するものとする。このとき動水圧については、桜井の理論及び実験式から引用し3.3.1条の(3.1.17)式によることができる。

氷荷重※は地域特性により考慮するものとし、この荷重はスクリーンのみに考慮すればよい。その大きさはスクリーンに結氷する全結氷荷重（冬期の水位変動範囲のスクリーン面積×氷厚）の1/2※とする。氷厚とはスクリーンに付着する氷の厚さのこと、取水設備のおかれる自然条件により決定するものとする。

(2) 材料については、

常時水没状態にあるので、メンテナンスを考慮して、ステンレス等の不鏽材を使うことも考えられるが、全面スクリーンとする場合などでは高価となるので、取替不可能な場合や底部取水ゲートのスクリーンなどではステンレス材料又は強化プラスチックとするのがよいが、原則としてはSS41材とする。ただし、ボルト類はSUS304とする。

(3) 許容応力度については、

荷重の設定とのかかわりから、取水ゲートの項に準じるものとする。ただし、バーの許容応力度については、横座屈しやすい形状を考慮して、次の計算式により許容応力度を検討するものとする。

$$\sigma_{ba} = 0.6\sigma_Y (1.23 - 0.0153 L/t) \quad (3.13.1)$$

ここで、 σ_{ba} ：許容曲げ応力度(kgf/cm²)

σ_Y ：材料の降伏点応力度(kgf/cm²)

L：バーの支持間隔(cm)

t：バーの板厚(cm)

ただし、SS41の $\sigma_Y = 2400\text{kgf/cm}^2$ とし、 σ_{ba} の値は 1200kgf/cm^2 を超えないものとする。

※ 農業用ダム取水設備技術基準(案) 昭和54年3月 北海道開発局農業水産部

(4) スクリーンに用いる部材の曲げによるたわみについては、設置状況から見て特にたわみによる支障は考えられないのでたわみの検討は省略してよい。

ただし、バーの振動についてはバー自身の破損の他、構造物に与える影響も大きいので次式により検討しなければならない。

$$f_n / f \geq 2.5$$

(3.13.2)

ここで、 f_n ：スクリーンバーの固有振動数

f ：カルマン渦の力によるバーの振動数

$$f = s t \cdot u / t$$

$$f_n = \frac{\alpha}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I \cdot g}{w \cdot l^3}}$$

ここで、 $s t$ ：ストローハル数(0.2)

u ：スクリーン通過流速(cm/s)

t ：スクリーンバーの厚さ(cm)

α ：バーの支持状態による係数

E ：弾性係数(鋼材 2.1×10^6 kgf/cm²)

I ：断面2次モーメント(cm⁴)

l ：バーの支持間隔(cm)

w ：バーの重量と水の付加重量で次の近似式から求める。

$$w = v (y + b \cdot y_f / t)$$

ここで、 v ：バーの支持間隔の体積 = $t \cdot B \cdot l$ (cm³)

y ：バーの単位体積重量(鋼材 7.85×10^{-3} kgf/cm³)

y_f ：水の単位体積重量(1×10^{-3} kgf/cm³)

b ：バーの有効間隔(cm)

B ：バーの巾(cm)

※ ストローハル数については、厳密にはバーの形状により変るものであるが、

本式の精度を考慮して0.2とする。

なお、係数 α については、バーの支持を両端溶接で行う場合 $\alpha = 1.7$ 程度とする例がある。

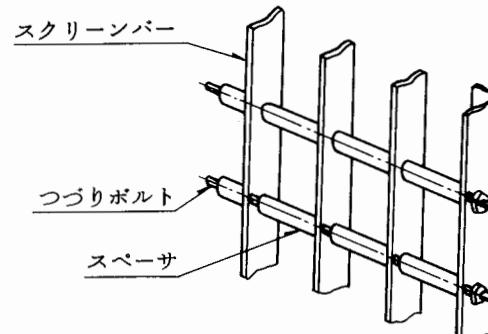
5. 構造については、取水塔又は受桁等から取外し可能としておくことが重要である。

スクリーンパネルの構造様式については図3.13.1(a)のものを標準とするが、スクリーンの規模が大きい場合には同(b)のような全溶接構造とする方が設備重量の点から有利なこともある。構造計算のについては、次のとおりとることができる。

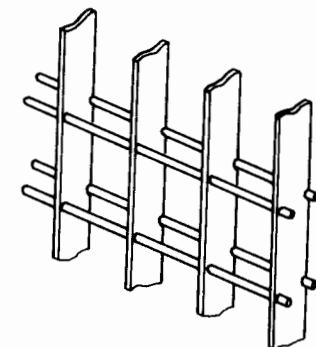
① スクリーンバーの支持間隔は厚さの70倍以下とし、支持条件とかかわりなく単純はりとする。

② 受桁は、直はりの場合は、単純はり、曲りはりの場合はラーメン構造とする。

③ 荷重は分荷重とする。



a. 通しボルトにより締付る例



b. 溶接構造の例

図3.13.1 スクリーンパネルの構造

3.14 操作制御設備

3.14.1 操作制御設備一般

- 選択取水設備の操作制御設備は、操作条件、運用方針に適合する構造としなければならない。
- 操作方式は、あらかじめ定められた操作条件、運用方針に従って決定されるものとし、原則として機側操作、遠方手動操作、および自動操作とする。
- 操作は機側操作を優先とする。

〔解説〕

1. 操作制御設備、操作制御装置および検出装置等から構成され、これらは、操作条件、運用方針を十分満足する機構としなければならない。

2. 操作方式と優先順位

選択取水設備の操作は、表層取水における越流水深の調節、低層又は任意層取水におけるゲート開度の調節を目的とし、原則として機側操作、遠方手動操作、自動操作について行えるものとする。操作の優先順位は、上位から(1)(2)(3)として、機側操作を優先とする。すなわち、「遠方-機側」切換えは機側操作とし、保守点検作業中に誤って「遠方」から操作ができないようにするものと共に、万一、「遠方」で運転できない場合でも「機側」を選択して機側において運転ができるものとする。

(1) 機側操作

(2) 遠方手動操作

(3) 自動操作

3. 機側操作

機側操作は、機側盤から行うもので、次の運転に必要な最小限の操作及び動作の確認ができるものとする。

- ① ゲートの単独操作
- ② 機側と遠方の切換
- ③ 前項各操作の状態表示、動作量表示、機側盤電源及び機側盤の運転保護機能による異常状態表示と警報

4. 遠方手動操作

遠方手動操作は管理所の操作卓（盤）から行うもので次の操作及び動作の確認ができるものとする。

- ① ゲートの単独操作
- ② 自動と遠方手動の切換
- ③ 前項各操作の状態表示、動作量表示、機側盤の運転保護機能による異常状態表示と警報。

5. 自動操作

自動操作は、予め設定された目標値まで、ゲート開度を自動的に操作するもので、次の動作及び確認ができるものとする。

- (1) ゲートに対し、予め定められたルーチンに従い作動又は停止の司令を発すること。
- (2) ゲート1回操作に時間的制限を行い、操作量を規制させる。
- (3) 設定値に不感帯を設け、不感帯内では波浪等による微少な水位変動等に対し、ゲートは動作しないものとする。
- (4) 設備の動作状態、制御状態、機側装置の動作状態、ゲートの動作状態の監視を行い異常状態に対して警報を発し、又は、予め定められた条件のもとに動作の、緊急停止等を行う。

3.14.2 操作制御装置

1. 操作制御装置は、機側操作盤、自動制御盤および遠方操作盤等から構成され、操作条件（規則）および操作方式を十分満足する構造としなければならない。
2. 操作制御装置は、安全性を確保するために、次の機能を備えるものとする。
 - ① ゲート動作の監視ができるものとする。
 - ② あらかじめ定められた制御異常、機器異常、装置異常、および電源異常を速やかに検出できるものとする。
 - ③ 誤操作を防止するための機構を設けるものとする。

〔解説〕

1. 操作制御装置の機能は遠方操作盤、または機側操作盤により、自動制御盤のシーケンス回路を働かせゲートを動作させるものであり、これらの機器は、操作規則及び操作方式を満足する構造とする。各種の機能は原則的には次に示す通りである。

(1) 自動制御盤

検出器よりの入力信号により

- ① 越流水深一定になるよう上段ゲートの制御
- ② 内、外水位差が一定値を超える異常時の保護

③ 各信号の表示

を自動的に行う。

(2) ゲート機側操作盤

ゲート及び付属設備のリレー制御、操作盤

(3) 遠方操作盤

ゲートおよび付属設備のリレー制御

ゲート状態表示器、操作盤

2. 遠方における操作、状態表示の数は、制御ケーブルの本数等経済性についても考慮して決定しなければならない。また、その回路の構成は、配線距離による電圧降下及びケーブルの静電容量の影響を検討する。

3. 操作制御設備の各盤類

(1) 操作制御盤の形式は、次を標準とする。

自動制御盤 閉鎖垂直自立形

機側操作盤 閉鎖垂直自立形、スタンド形、壁掛け形

遠方操作盤は、管理所に施設されるものであり、他の放流操作盤と関連するので、関連する基準等によるものとする。

(2) 盤の配列にあたっては下記の点に注意する。（火災予防条例参照）

(1) 盤の正面から壁までは最低1m以上、盤の正面が向い合っている場合は相互に1.2m以上離れてていなければならない。

(2) 盤の正面以外の周囲は、壁あるいは柱に対して600mm以上離さなければならぬ。

なお、壁の裏面に扉をつける場合はこの開閉スペースを考慮して盤裏のみ800mm以上離す必要がある。

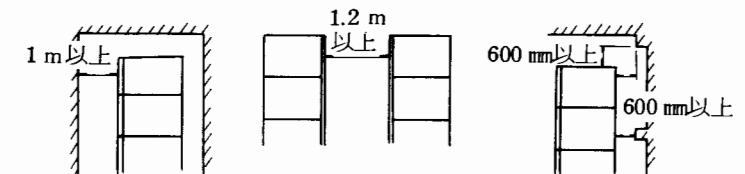


図3.14.1 盤と壁との間隔

(3) 盤の高さは通常2,350mmあるので搬入口の高さ、搬入径路については、余裕高300mm程度を考慮するのがよい。

(4) 選択取水設備の各盤類は、独立して設置しなければならないということではなく、盤の設置位置、運転方式等により、組み合せを検討し、適宜盤を独立させたり合併したりする。

次に各盤を合併する場合の方法の一例を示す。

① 中央操作室が設けられないときは、遠方操作盤の機能を機側盤に移すことができる。

② 自動制御盤が小規模な場合は、自動制御盤と機側盤を一体とすることができる。

(4) 中央操作室と機側盤間に打合わせ用電話配線を付設しておくと便利である。

4. 操作制御用電源

(1) 操作制御用電源としては、設備のシーケンス制御回路、故障保護回路、故障表示、状態表示及び動力電源を開閉する電磁接触器の励磁等に要する電源がある。

運転中に電源が故障等により遮断された場合でも状態保持をしておく必要のあるもの、電源断により動作を必要とするものは、無停電電源装置を採用する。

(2) 操作制御用電源はできるだけ交流を用い、必要最小限を直流として直流電源の容量低減をはかるものとする。この時の交流電源電圧は 200 V あるいは 100 V とする。

(3) 直流電源の電圧は 100 V と 24 V が考えられるが電圧降下に対する配線費用への影響を考慮し、比較的高い電圧の 100 V を標準とした。ただし、操作制御設備が小規模の場合は、制御電源用の直流の電圧は配線費用への影響も少ないので 24 V としてもよい。

5. 操作制御装置は、安全性を確保するために次の様な機能を備えると共に、異常が発生した場合はすみやかに操作員に対し通報し、異常時における処理が速やかに行える機能を備えるものとする。

(1) ゲートの動作中の監視は、運用形態の如何にかかわらず、操作員の注意を喚起するものでなければならない。

(2) 次に掲げる異常状態を速やかに検出できるものにする。

① 制御異常

a. 操作量制限オーバー

ゲート 1 回の操作量があらかじめ定められた動作制限量を越えたとき

b. 制御渋滞

ゲート開閉指令に対し、あらかじめ設定した時間経過後もゲートの動作中信号が入力されないとき

c. 不正動作

開閉指令を与えないゲート等が動作したとき、およびその他の異常なゲートの動作があったとき

② 機器異常

a. 水位計異常

欠測又は、水位計測信号に誤符号等を検出したとき

b. 開度計異常

欠測又は開度計測信号に誤符号等を検出したとき

③ 装置異常

a. 自動制御装置異常

自動制御装置の動作が停止したとき

b. ゲート機側異常

ゲート等の機側装置で検出した非常上限、漏電、過負荷、ロープ弛み、異常トルクの信号が入力されたとき

④ 電源異常

a. 装置ヒューズ断

構成する装置のヒューズ断を検出したとき

b. 無停電電源装置異常

c. 予備電源装置異常

d. 受電故障

e. 停電

⑤ 異常時における処理

(1) 設定取水深（又は設定保安水深）に対して異常水位差が発生した場合には、警報を行なうと同時に内外水位差を解消するため次のような措置をとる。

- a) 表層取水ゲートを巻下げる
- b) 低層取水ゲートを巻上げる
- c) 放流バルブ又は制水バルブを閉じる

なお、水位差の検出は、一般には外水位と取水ゲートの取水盆の間で行う。

(2) 鍔操作における誤操作を防止するためのインターロックを設け、押鍔操作によってゲートを巻上げる場合、

- a) 一定時間以上連続して巻上げができないものとする。
- b) 下部ゲート又は下段扉が開いていない限り上限扉は巻上げが出来ないものとする。
- c) 上限扉が設定取水深を確保していないと下部ゲート又は下段扉は巻下げが出来ないものとする。

3.14.3 検出装置

選択取水設備には、操作制御に必要な水位計及び開度表示計等の検出装置を備えるものとする。

〔解説〕

1. 水位計

取水ゲートには、取水深を管理するために水位計を設ける必要がある。

また取水ゲートは、扉体が過大な重量とならないようこの指針では通常規模の円型取水ゲートを除きゲート内外水位差を 3.0 m として設計されている。これに対してフラップ形式の保安ゲートでなく引上げ式等の保安ゲートでは、誤操作、自動制御装置の故障等によって内外水位差が設計値を上まわらないように、ゲート内外の水位を確実かつすみやかに検知できる水位検出装置が必要となることがある。

(1) 構成と分類

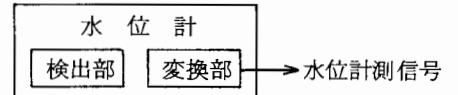
① 構成

A) 検出部

水位変化を変位信号として検出する機構

B) 変換部

検出部で検出した変位信号（機械変位、音響信号、圧力信号など）を電気信号に変換し、水位計測信号として出力する。



② 分類

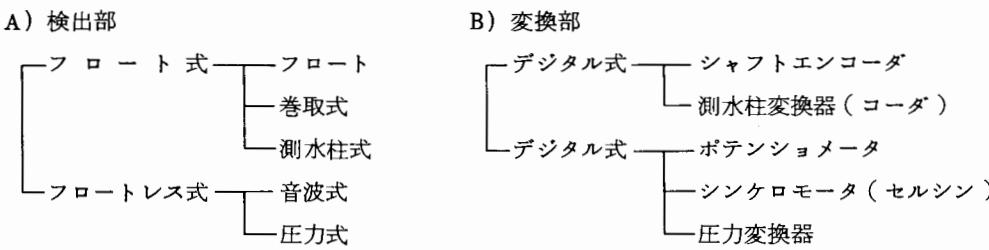


図3.14.2 検出部・変換部の分類

一般に使用されている水位計は、図 3.14.2 A), B) を組合せた形となっているが、自動制御を行ううにはフロート・ウェイト式とシャフトエンコーダへ組合せによるデジタル式とすることが望ましい。

(2) 取水塔内外水位は、一般に流入、風その他の外乱を受けており、測定法と使用法について十分な注意が必要である。

このためには、貯水池の特性や、測定地点（流入や波浪の影響、水面勾配、吹き寄せなどの問題）、さらに測水機構（井筒の大きさ、導水管の位置と太さで決まる平滑能力の問題）あるいは水位の検出機構（応答性、精度、電気量への変換の難易、耐久性、保守の問題）や平滑処理の方法など各面から十分調査し、正確で信頼できる水位の測定法を全体的に定める必要がある。

一般には、水位に対して波浪による不感帯は操作に支障とならない範囲でできるだけ大きくとることが、誤操作や故障を防ぐこととなる。このことから不感帯の値は一般に取水深の管理及びゲートの保安に対する管理の設定取水深に対して±0.3 m 以内とする。このため、3.11.4 項に示すように引き上げ式等の保安ゲートの作動設定水頭はゲート設計水頭 3.0 m に対してこの不感帯を考慮して 2.4 m 以内とし、計算により求める水位差に 0.5 m 程度を加算する水位差として設定する。なお、水位の計測において電気的には、運用中常時 2 秒間隔で水位を読み当該読みの前 30 回毎の水位を平均演算し、正規の水位とする計測方法等が用いられている。

(3) 図 3.14.3 は、湖面変動H1（このケースにおいてはH1 = 10 cmと仮定した）に対して井筒内における水面変動の減少率 $H2/H1$ で表現し、 $H2/H1$ は F/A と湖面周期Tとの関数であり、それぞれの条件を仮定して $H2/H1$ を数値計算より求めた結果を図示したものである。（昭和48年度 第27回建設省技術研究発表会、多目的ダムの管理に関する研究より抜粋）

測水井筒による消波効果は、数10秒以下の短い周期のものに対して有効であるが、それ以上の周期の大きいものは、測定値の平滑化処理を行なった方が良い。

(4) 測水筒の直径は、水位計の種類やフロートの直径、作業上必要な径などを考慮して決めるが、フロート式の場合では、内径 80 cm を標準とする。導水孔の数は 2 ~ 3 個程度とし、波浪等の影響を小さくするようにフィルターなどを設けて通水断面を小さくするような構造とする。

測水筒の直径は、一般的のフロート式の場合は60～100cm程度が多いが、機能的にみると測水筒が大きいとそれだけ導水孔又は通水孔断面積と測水筒面積の比を大きくすることができるので、貯水池水面の波浪変動に対するダンパー効果を大きくすることができるが、水位計の種類、フロート直径、作業上などを考慮して80cmを標準とする。参考に測水筒径とフロート直径の関係を図3.14.5に示す。

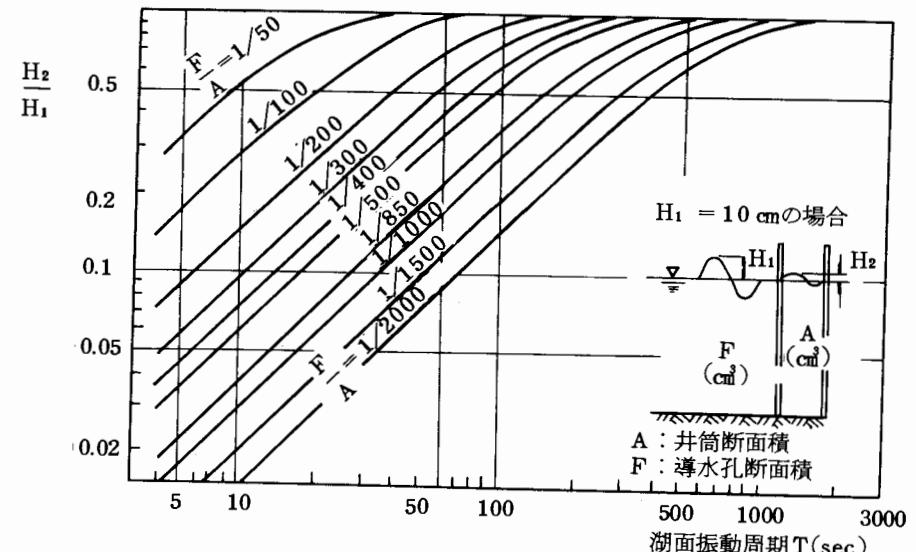


図3.14.3 水位計井筒内の水面振動減少率図

(5) 水位計を2台使用する場合は、一方は主水位計とし他方は補助水位計として使用する。主水位計については、構造が簡単、保守が容易、実績が多い等からフロート式水位計を標準とする。また、補助水位計の方式については、そ 例1

の都度選定するものとし、測定範囲についても目的によっては必ずしも主水位計と同じでなくともよい。

水位計を2台使用する目的は、最も重要な水位の計測についての信頼を高めるためのもので、水位の検証 例2
方法例を右に示す。

例1：2台の水位計が独立に設置できる。水位の検証は随時操作員が行う。

例2：水位の検証は常時自動的に行われ異常時は警報を発し、操作員による確認後異状水位計を切離す。装置がやや複雑になる。

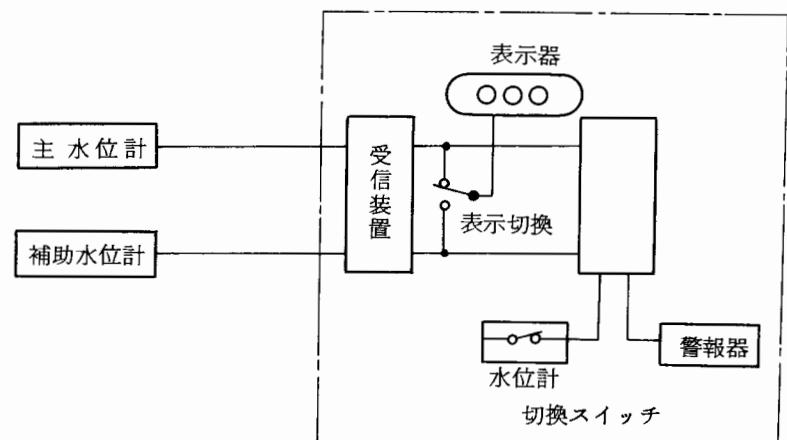
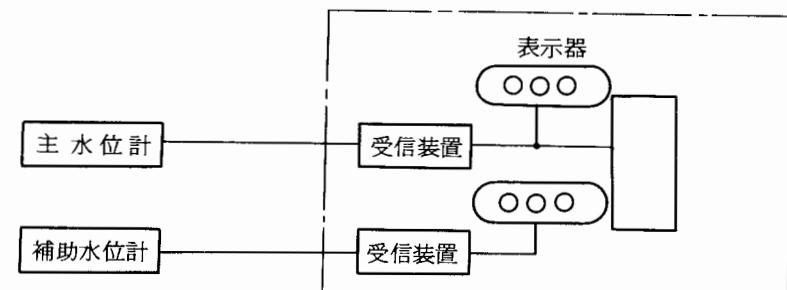


図 3.14.4 2 台式水位計構成例

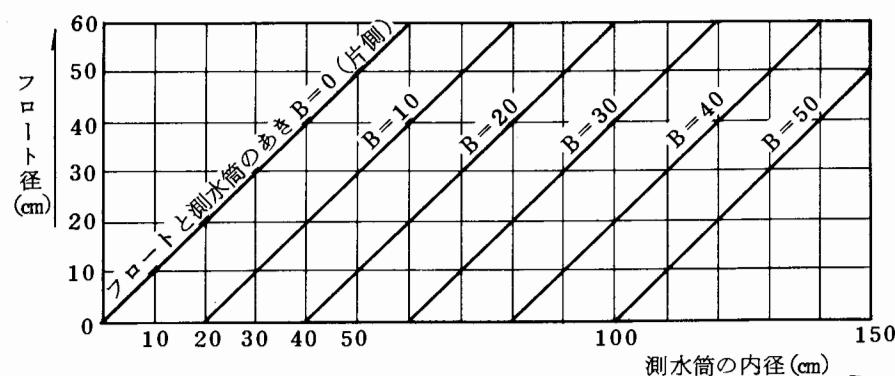


図 3.14.5 測水筒径とフロート直径

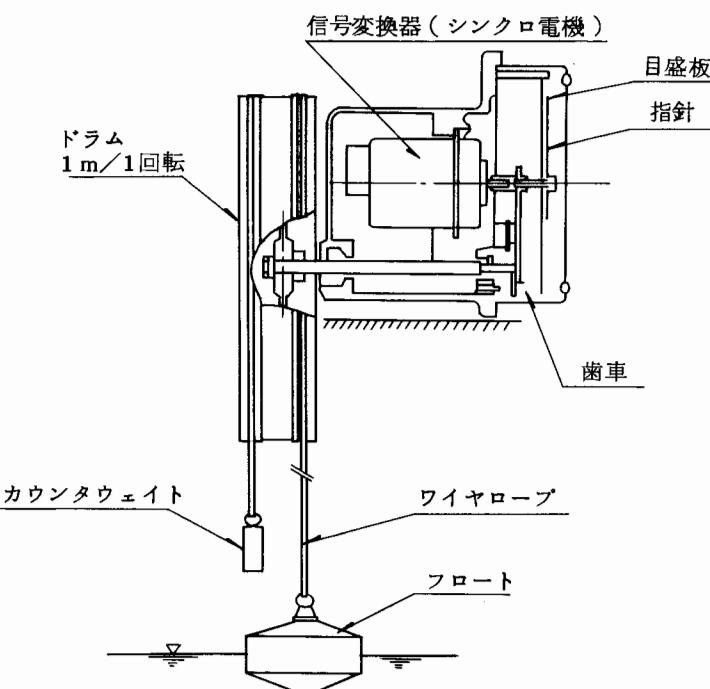


図 3.14.6 フロート式水位計の構造

2. 開度計

(1) 構成と分類

① 構成

A) 検出部

ゲート、バルブの移動量を回転角または直線移動量に変換する機構

B) 変換部

回転角または移動量を開度信号に変換し出力する機構

② 分類

A) 検出部

検出部は通常、ゲートの移動量に正確に比例するゲート設備の部分に直接結合することが望ましい。

B) 変換部

変換部の代表的なものとしてシャフトエンコーダ、シンクロモータ(セルシン)、ポテンショメータがあるが用途によりその都度決定する。取水ゲートを自動制御する場合には、精度的にもシャフトエンコーダを用いるのが望ましい。

(2) 精 度

制御系からみたゲート本体の検出機構の精度は、取水機能のほか、主ゲートの設計水頭などを考慮した保安上からも規定する必要がある。

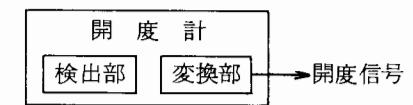
一般には、開度計の精度は制御系全体の中で取水深に対して±5%以内を目安とするものとする。

(3) 取水ゲートの開度計は、全体からみた精度や信頼性の配分を考慮すると一括して施行することが望ましい。

また、変換器の出力がアナログ信号であったり、これを電子的にアナログ-デジタル変換するのは、故障検出機能がないので2重化をはかることが望ましい。

3. 水温、濁度計

運用方針との関係により、必要に応じて水温計、濁度計を設ける。



4. 付 屬 設 備

4.1 機械室

開閉装置の保護のために設ける機械室は原則として次のとおりとする。

1. 機械室の大きさは、開閉装置の据付のほか操作及び保守点検が行い易いよう定めるものとする。
2. 機械室には、保守管理を考慮して吊りフック、チェンブロック換気設備等を設けるものとする。
3. その他、設計に必要な事項は設備規模等を考慮して適切に定めるものとする。

〔解説〕

1. 機械室の広さを決める場合の開閉装置と壁までの間隔は 80 cm以上とすることが望ましい。操作盤の周囲については、3.1.4.2 等に準拠するものとする。

操作室の高さは、操作盤の高さ(1.9 m～2.0 m架台含)が基準となる場合は原則として 2.5 m、開閉装置のドラムギヤ等の据付高さが操作盤より高くなる場合は、これらの最大高さ以上として決定するのがよい。

2. その他、設計に必要な事項は次によることができる。

(1) 荷重及び荷重の組合せ

機械室に考慮する荷重は、(1)自重、(2)補修用吊金物・機器の重量及び最大吊荷重、(3)雪荷重、(4)風荷重とする。

荷重の組合せは、右表による。

表中、暴風時の雪荷重は常時の 1/2 とする。

(2) 材 料

SS41 とする。

(3) 許容応力度

許容応力度は 4.2.3 条解説 3 による。

ただし、暴風時の計算に使用する許容応力は上記の 50 %増しとすることができます。

(4) 許容たわみ度

許容たわみ度は、4.2.3 条解説 4 による。

ただし、補修用吊金具のはりのたわみは 1/800 以下とする。

4.2 保守管理設備(管理橋・点検台等)

1. 選択取水設備には、安全に保守管理が行えるように、原則としてタラップ及び点検台、休止台等の保守管理設備を設けるものとする。なお、必要により管理橋を設ける。

〔解説〕

選択取水設備の維持管理を安全に行うためには、取水機能に支障ない範囲で、最小限の扉体の保守管理設備が必要である。

取水ゲートの点検台は、原則として設けるべきものとするが、休止台については、その目的が取水ゲートの扉体を設備外に持ち出ことなく架台に受けて再塗装や修理を行えるよう設けるものなので、貯水池の水位条件によっては、休止台を設けなくともよい。この場合には、再塗装の方法やメンテナンスの方法について別に考慮するものとする。

管理橋(ここでは、自動車の通行できるものは含まない)については、堤体から直に張り出しを設けて、これに、取水ゲート等を設ける場合には必要としない。また、独立塔型の取水塔が堤体又は岸から 50 m 程度以上隔たりのある場合等には渡船による管理を行うものとして管理橋を設けない場合もある。

4.2.1 保守管理設備の配置

保守管理設備の配置は、次を考慮するものとする。

1. 点検台は、原則として常時満水位以上で、扉体の前面及び支承部の点検が可能な位置に設けるものとする。
2. 休止台は制限水位以上で、その面積は少なくとも 1 段の扉体の上・下流面及び支承部等の整備作業が可能な大きさとする。
3. 管理橋の路面はダムの天端道路面以上とし、下面は貯水池の設計洪水位以上とする。

〔解説〕

休止台については、扉体をある程度の期間にわたって水上に保持することから、その設置位置は少なくとも制限水位以上にあることが望ましい。

4.2.2 保守管理設備の寸法

保守管理設備の基本寸法は、次を標準とする。

1. 管理橋の手摺(高欄)中心巾は 1.0 m 以上とする。なお、ダム天端道路等から機械室又は操作室に通じる階段の手摺の中心巾もこれに準ずるものとするが、点検台等に通じる折階段、まわり階段、螺旋階段の場合は 0.8 m、取水塔等の取り合上やむをえない場合は 0.5 m としてもよい。
2. 高欄及び手摺の高さは 0.9 m 以上とする。
3. 階段及び踊場
階段のけあげ高は、22 cm 以下、踏み巾は 21 cm 以上を標準とする。なお、まわり階段及び螺旋階段の踏み巾は、踏み面の狭い端から 30 cm の位置における寸法とする。
踊り場の踏み巾は、階段手摺の中心距離以上とする。

〔解説〕

1. 手摺の中心巾は建設省河川砂防技術基準(案)及びJISで定める鋼板の形状寸法等を勘案し、1.0m以上とする。

階段の手摺の中心巾は管理橋との連続性も考慮1.0mとするが、設置する箇所の制約等がある場合には、0.8mを限度とし狭くすることができる。

なお、手摺の一方を壁などを利用する場合の手摺の中心巾のとり方は、壁から手摺の中心までとする。

管理橋の高欄及び階段の手摺の高さは「労働安全衛生規則(原動機、回転軸等による危険の防止)」及び「クレーン等各構造規格」を準用し、0.9m以上とする。

2. 階段のけあげ高、踏み巾は、操作及び管理上徒行者の階段での損傷事故の防止を考慮して「建築基準法施行令」に準じる。

階段は形状により、直階段、折階段、まわり階段、螺旋階段に分類することができるが、ここでは総称し階段として扱う。

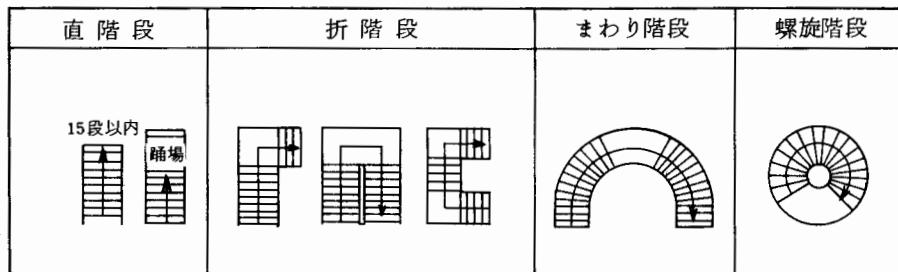


図 階段の分類

踊り場の踏み巾(T)は次の図のように階段の手摺中心巾(D)以上とする。

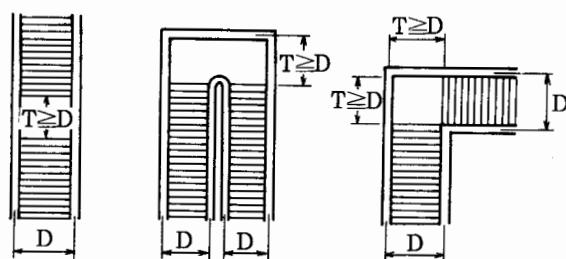


図 4.2.1 階段の踊り場

4.2.3 保守管理設備の設計荷重等

設計荷重等の主要な事項は、設備の規模等を考慮して適切に定めるものとする。

〔解説〕

1. 設計荷重は、管理橋等の径間及び長さ、構造、設置地点の諸条件等から判断して、考慮すべき荷重の組合せを適切に決定するものとするが、荷重の種類及び組合せは必要に応じ次のとおりとする。

(1) 活荷重

活荷重は群集荷重で $25.0\text{kgf}/\text{m}^2$ とすることができる。

なお、休止台に休止される取水ゲートの重量は活荷重とみなす。

(2) 風荷重及び地震荷重等

主荷重：死荷重、活荷重及び雪荷重、架設時荷重、その他添加物の荷重等

従荷重：風荷重、地震の影響

2. 主要部材については、SS41とする。ただし、径間の長い管理橋ではSM50としてもよい。細部については、構造の特性に合せ決めるものとする。

3. 材料は主要部材については、本文に示したものと標準とするが鋼材の許容応力度は、3.3.1の表3.

3.1(1)の軸方向引張応力度を 140.0kgf/cm^2 とし、他の値はこれに比例させて決めるものとする。(道路橋示方書参照)

従荷重を考慮したときの許容応力度は、1)の値の50%増しとする。ただし、材料の降伏点の90%を越えないものとする。必要により「道路橋示方書・同解説」を準用するのがよい。

4. 保守管理設備の主桁の支間長に対する最大たわみは、活荷重に対し $1/400$ 以下とする。構造物の安全に有害な影響を与える恐れがないものとし $1/400$ 以下とする。なお、10m以上の径間の管理橋は「道路橋示方書・同解説」に準じるのがよい。

4.2.4 保守管理設備の構造

保守管理設備の主要な構造は原則として次のとおりとする。

1. 管理橋

(1) 管理橋の主桁は、H形鋼を標準とし、死荷重に対するたわみ量分をキャンバで調整するものとする。

(2) 管理橋の、主桁間に横構(横桁)を設ける。

(3) 管理橋の床版は板厚4.5mm以上の縞鋼板を標準とし、主桁及び横桁等と溶接接合とする。

(4) 主要部材の接合は溶接、リベット又は高力ボルトとし伝達応力は作用応力に対し100%以上、かつ母材の全強の75%以上とする。

2. 点検台等

(1) 点検台等の構造は管理橋に準じるものとするが、桁にはキャンバはつけなくてもよい。

〔解説〕

特に長径間の管理橋では設計上必要な事項については、「道路橋示方書・同解説」に準じるものとする。

なお、管理橋の床版は縞鋼板を標準としたが、寒冷地方では積雪、凍結による滑り止めの対応を考慮するものとする。

4.3 凍結防止装置

取水設備で、凍結（又は結氷）によって設備の安全に支障が考えられる場合には、凍結防止装置を設けるものとする。

〔解説〕

結氷のある貯水池に設置される取水設備で取水塔、スクリーン等の構造強度が付着する氷の重量などの荷重に対し不安がある場合には、結氷防止装置を設けるものとする。一般的には、鋼製の独立塔型の取水設備以外の形式の取水設備では、できる限り凍結防止装置を設けないでも支障のないような設備とする。

なお、水位計等の部分的な範囲の凍結防止装置を考慮する場合も生じる。

凍結防止装置には、一般に次のような方式がある。

- ① 圧力気泡による上下水温混和方式
- ② 電熱方式
- ③ 遠赤外線照射方式
- ④ 送風機による強風吹付方式
- ⑤ 送風機による水中送風方式
- ⑥ 圧力気泡による水面攪乱方式
- ⑦ 水中ポンプによる深水揚水を行ないそれを水面に放射する方式
- ⑧ 不凍液を取水設備外周の水面に流し、流失させない方式

この内、北海道開発局の実績によれば、①の圧力気泡による上下水温混和方式（以後「上・下水温混和方式」という）が多く用いられている。この採用理由は主に費用の面を含め維持の容易さとされている。

4.4 その他の付属設備

- 1. 選択取水設備の上流湖面には網場を設けるものとする。
- 2. 機械式除じん機は取付けが容易な場合について考慮するものとする。

〔解説〕

1. 比較的年代の古い取水設備を対象とした調査結果では、スクリーンのゴミの詰り、ゲート支承部への流木等の進入による操作不良などで、取水や発電の機能の障害あるいは直接発電機や放流バルブに障害を起している事例が多い。この一面には、古いダムでは網場の不備があったことが予想される。このことから選択取水設備には、網場を設ける必要がある。

なお、ダムの全般的な設備として網場を設ける場合も多いが、取水量の多いダムでは、これとは別に選択取水設備専用の網場を設けることが望ましい。

2. 機械式除じん機については、選択取水設備の規模や設置条件から対応が可能な場合にのみに考慮するものとする。

5. 塗装仕様

- 1. 塗装仕様は、取水ゲートが据付けられる環境に適応したものとする。
- 2. 塗装完了後には、設備の見やすい位置に塗装年月、塗装各名称、規格、塗装回数、塗料製造会社名及び施工者名を記録するものとする。

〔解説〕

1. ゲートの塗装は防食と彩色を目的として行われるが、ゲートの寿命は構造が適切であっても防食の点から塗装仕様の良否により決ることが多い。

このようなことから塗装仕様は環境等の影響を十分配慮し慎重に選定することが必要である。
一般的には塗装の実施にあたって次のことを考慮する。

- | | |
|------------------|--------------------|
| (1) 設備の構造、材料特性 | (5) 塗装時の条件、新設または塗替 |
| (2) ゲートの使用目的 | (塗替の場合は旧塗膜に対する適合性) |
| (3) ゲートの環境 | (6) 工期と経済性 |
| (4) 素地調整の簡易、必要度合 | (7) 塗装方法、施工の難易度 |
| | (8) 色彩調節との関連性 |

取水ゲート等の標準塗装仕様例を表5.1に示す。

表5.1 標準塗装仕様例

塗装箇所	下地処理	工場塗装		現場塗装		備考
		塗装系※	回数	塗装系	回数	
扉体 戸当り	1種ケレン+ジン クリッヂプライマ	タールキポキシ樹脂塗料 N・B型	3	エポキシ樹脂塗料	2	平常時に接水しているゲート
シェル形構造等の内面	1種ケレン+ジン クリッヂプライマ	タールエポキシ樹脂塗料	3			適：取水ゲート 下部ゲート等
開閉装置 附属設置	1種ケレン+エッティングプライマ	鉛系さび止め塗料 1種 鉛系さび止め塗料 2種	1	長油性フタル酸樹脂塗料	2	
扉体 戸当り	1種ケレン+ジン クリッヂプライマ	エポキシ樹脂下塗 塗料 エポキシM10塗料	1	エポキシ樹脂下塗 塗料	2	平常時に接水していないゲート
						適：制水ゲート

※ 塗装仕様例では、エポキシ樹脂・フタル酸樹脂等のように各塗料の展色剤を主体とした一般的呼び名を示す。

- 2. 塗装後は再塗装時などに参考となるよう、必要な記録を残すものとする。
- 3. 膜厚については素地面の粗さ、溶接部・鋼材の隅部等を考慮して決めるものとする。

なお、酸性水中に設置するゲートは別途検討し塗装仕様を決める必要がある。

6. 銘板

設備には設備型式，径間，扉高，最大取水量，設置年月，製作会社名等を明示した銘板を備えるものとする。

〔解説〕

1. 設備には，適切な箇所に，将来の事故，補修，改造等に備えて，所定の事項を記入した銘板を取り付けるものとする。
2. 銘板の規格はJIS 8304（銘板の設計基準）に準じ，機械式彫刻銘板，凸式銘板等とする。材質は青銅鋳物，黄銅板，ステンレス鋼板等とする。
3. 銘板の大きさは次を標準とする。

315mm × 500mm

又は

400mm × 630mm

選択取水設備設計要領(案)・同解説

昭和62年9月

監修 建設省河川局開発課

発行 財團法人 国土開発技術研究センター

〒105 東京都港区虎ノ門2-8-10(第15森ビル)

TEL (03) 503-0391(代)

印刷 株式会社 廣済堂