

第4章 堤体開削工法の設計

4.1 堤体開削工法の構成及び用語の定義

堤体開削工法の構成及び用語の定義は、以下のとおりとする。

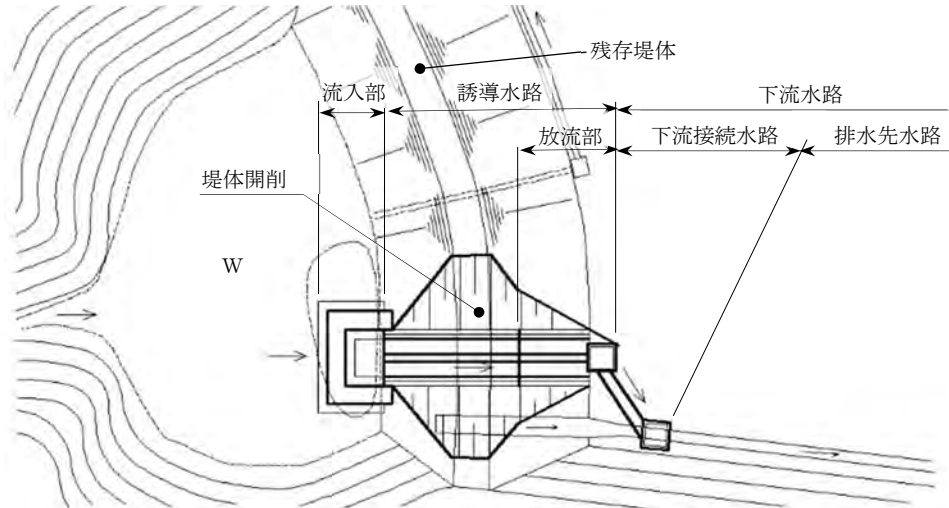


図-4.1.1 堤体開削工法の各構成部位の名称

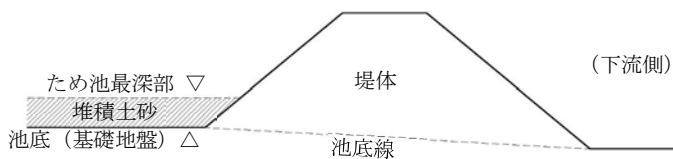


図-4.1.2 ため池最深部

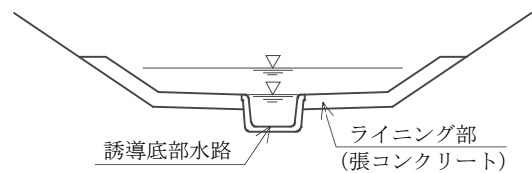


図-4.1.3 誘導水路の部位の名称

- 流入部 : ため池内の堆積土砂の流出抑制等を図るため、上流部に設ける土砂留等の一連の施設をいう。
- 誘導水路 : 堤体開削工法において、ため池及び上流域の排水を流下させるため、流入部から下流接続水路に至る区間に設ける誘導底部水路、ライニング部等の一連の施設をいう（図-4.1.3）。
- 放流部 : 誘導水路下流部において、下流接続水路との接続部に設ける急流工や接続柵等の一連の施設をいう。
- 下流接続水路 : 誘導水路下流端から下流の排水先水路に至る区間において、ため池廃止に伴い、平面形や縦断形の取付け整備が必要となる水路等一連の施設をいう。
- 排水先水路 : 下流接続水路の排水先となる水路や河川等をいう。
- ため池最深部 : 池内に堆積する土砂上面の地盤面のうち最も標高の低い箇所を指す（ため池改修の設計で定義される基礎地盤とは異なる）（図-4.1.2）。
- 残存堤体 : 存置する現況堤体部分をいう。

4.2 堤体開削位置及び誘導水路底高の検討

堤体開削位置及び誘導水路底高は、現地調査等を踏まえ、以下の事項を考慮して設定する。

- ①排水先水路へ円滑に取付けできること。
- ②開削法面の安定勾配が確保できること。
- ③池底の残留水の排除（水難事故の防止等）。

(1) 堤体開削位置

堤体開削位置は、旧底樋箇所や現況洪水吐き、下流の水路位置など現地の状況を確認の上、経済性及び施工性を考慮して決定する。

具体的な検討例を以下に示す。

- ・現況底樋位置が排水先水路に近い場合は現況底樋位置を堤体開削位置とする。
- ・現況底樋位置やため池最深部が端部に位置し、開削した場合に開削法面の安定勾配が確保できない場合、安定勾配が確保できる位置を堤体開削位置とする。
- ・排水先水路から現況底樋位置が遠い場合は、排水先水路の近傍位置を堤体開削位置とすることを検討する。その際、池底の残留水が排除できるように、ため池最深部から池内に素掘り水路等も設けてもよい（図-4.2.1）。
- ・排水先水路よりもため池最深部が低い場合は、ため池内の残留水が排除できるようにするため、下流接続水路と排水先水路の接続箇所をため池最深部より低くなる位置とすること等を検討する（図-4.2.2）。下流接続水路が長くなる場合や接続水路用地の確保が困難な場合等は、ため池最深部の必要範囲を埋め立てるなどして対処してもよい（図-4.2.3）。
- ・旧底樋は撤去やモルタル充填等により閉塞することを基本とする。

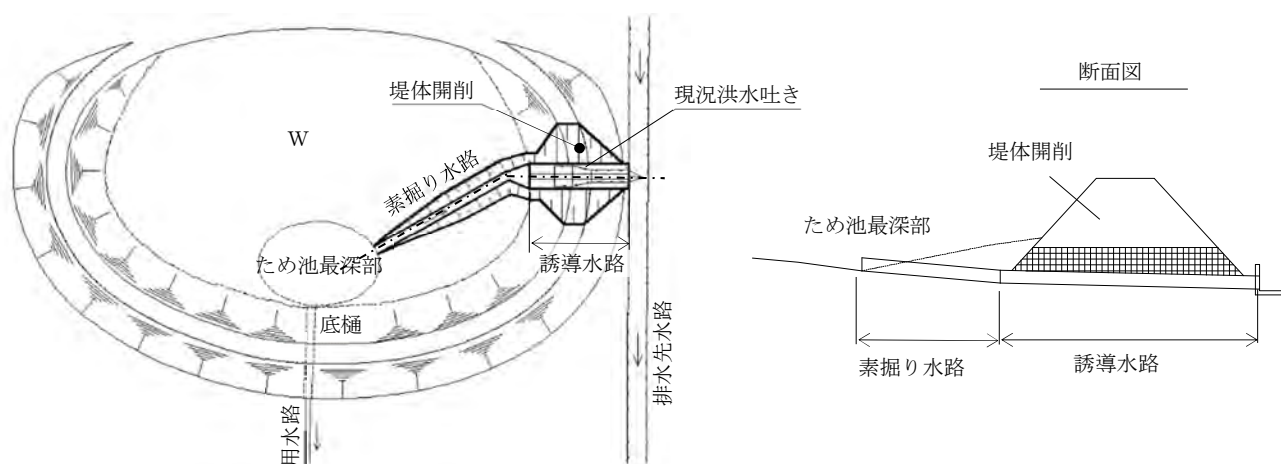


図-4.2.1 排水先水路から底樋が遠い場合の検討例

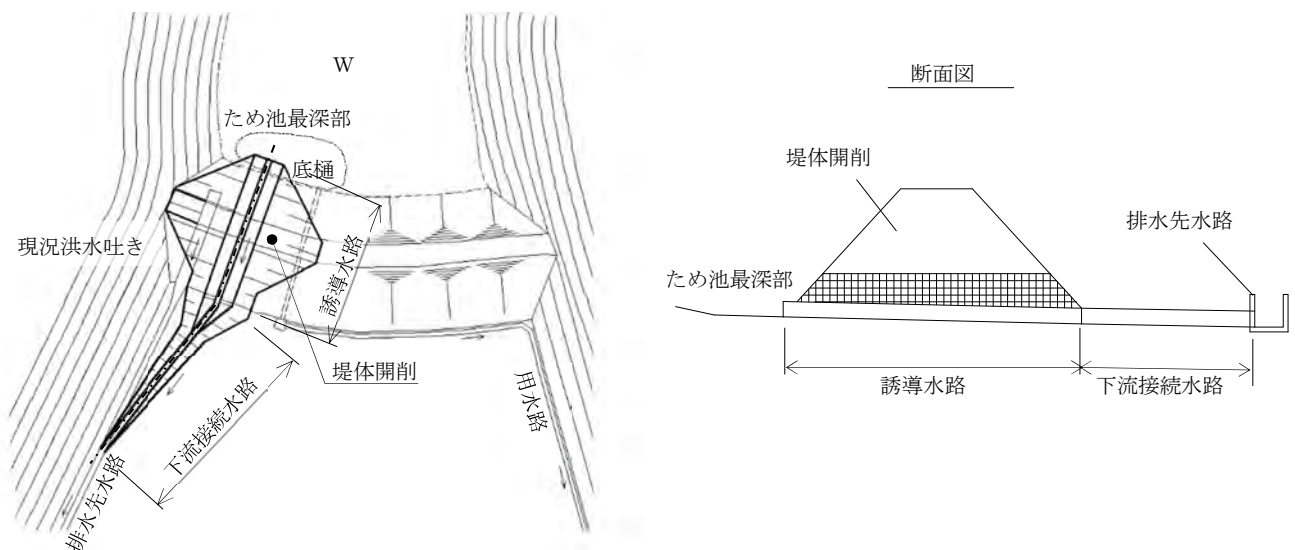


図-4.2.2 排水先水路よりもため池最深部が低い場合の検討例1：縦断勾配の修正

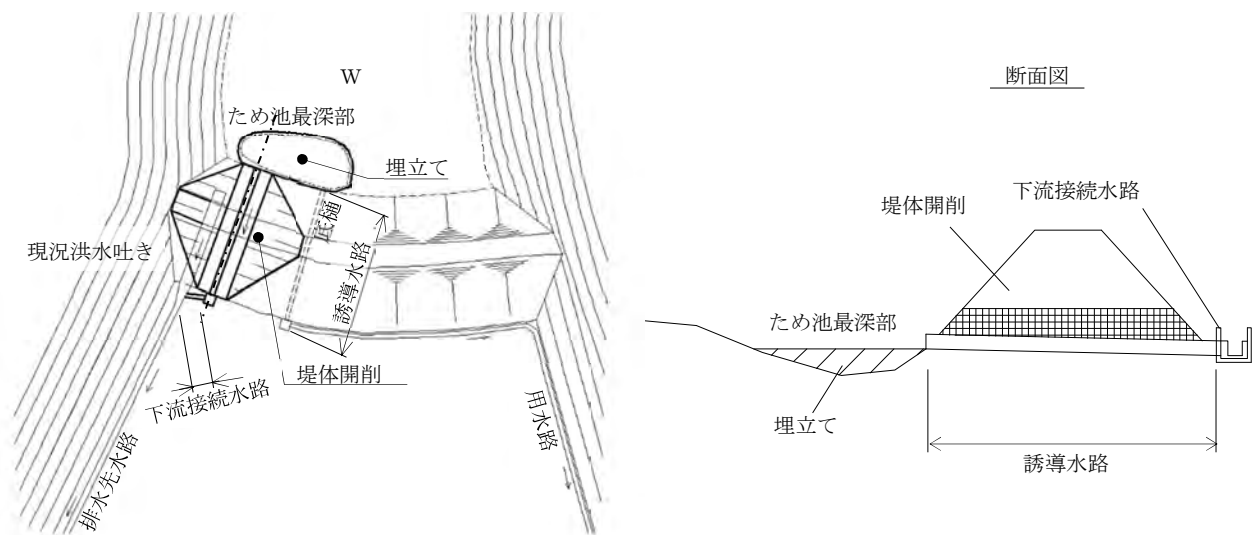


図-4.2.3 排水先水路よりもため池最深部が低い場合の検討例2：池底最深部の一部埋立て

(2) 誘導水路底高

誘導水路上流端の底高は、池底の残留水が排除できるようにするため、原則としてため池最深部の地盤高に合わせて設定する。ただし、流入土砂の流出が下流に影響を及ぼすおそれがあることから、ため池廃止後の土砂の堆積を考慮する必要がある場合や、環境配慮対策として一部水域を残す場合等は、防災上問題がない範囲で誘導水路底高を上げることもできる。なお、堆積土砂が軟弱なヘドロ状で誘導水路の支持力不足のおそれがある場合や、ヘドロの流出等で排水先水路の閉塞や環境・衛生面等で問題が生じるおそれがある場合は、必要に応じて地盤改良や堆積土砂の撤去を検討する。

4.3 堤体開削断面の検討

堤体開削断面は、設計洪水流量が安全に流下できるものとしなければならない。そのため、開削底幅、開削法面形状、法面保護工等を総合的に検討し、断面を決定するものとする。

4.3.1 設計洪水流量

ため池廃止工事は、ため池の決壊による水害その他の災害を防止するために行うものであるが、豪雨時の洪水が残存堤体を越流して残存堤体が決壊すると、周辺に甚大な被害を与えるおそれがある。このため、堤体開削断面は、原則としてため池と同じ考え方で設定する設計洪水流量が安全に流下できるものとする。

設計洪水流量は、次のうち最も大きい流量の1.2倍とする。

- ① 確率的に200年に1回起こると推定される200年確率洪水流量（「A項流量」）
- ② 観測又は洪水痕跡等から推定される既往最大洪水流量（「B項流量」）
- ③ 気象・水象条件の類似する近傍流域における水象又は気象の観測結果から推定される最大洪水流量（「C項流量」）

設計洪水流量の算定方法は「土地改良事業設計指針「ため池整備」（平成27年5月）p.32～35に準拠する。

【参考】土地改良事業設計指針「ため池整備」＜抜粋＞

3.2 設計洪水流量

ため池の設計洪水流量は、次のうち最も大きい流量の1.2倍とする。

- ① 確率的に200年に1回起こると推定される200年確率洪水流量（以下「A項流量」という）。
- ② 観測又は洪水痕跡等から推定される既往最大洪水流量（以下「B項流量」という）。
- ③ 気象・水象条件の類似する近傍流域における水象又は気象の観測結果から推定される最大洪水流量（以下「C項流量」という）。

設計洪水流量は、設計上考慮される最大の洪水流量で、ため池は、洪水の堤体越流に対する安全性を考慮して、20%の余裕を見込むものとする。

なお、ため池に用水路等からの流入がある場合には、流入量も考慮するものとする。また、池敷のほか、流域をもたない皿池のような場合は、貯水池内の雨水及び流入水路等からの流入水を設計洪水流量とする。

また、気象・水象記録の状態から200年確率洪水流量を算定することが、理論上不適当な場合には、100年確率洪水流量の1.2倍をもって200年確率洪水流量とすることができる。

3.2.1 A項流量

A項流量は、次に示す合理式によって推定する。

$$Q_d = \frac{1}{3.6} \cdot r_e \cdot A \quad \dots\dots\dots (3.2.1)$$

Q_d : 洪水ピーク流量 (m³/s)

r_e : 洪水到達時間内流域平均有効降雨強度 (mm/h)

A : 流域面積 (km²)

(1) A項流量の推定

本来、A項流量は洪水流量データに基づき確率計算を行って推定すべきであるが、一般的には洪水流量データが存在しないため、降雨データに基づく確率計算により推定するものとする。

合理式の適用可能な流域面積は、40km²以下とし、ため池の満水面積を含むものとする。間接流域からの洪水流量については、実情に応じて加算するものとする。

(2) 洪水到達時間の推定

洪水到達時間 t_p は、原則的には対象流域ごとに観測値に基づき推定されるべきであるが、観測値が得られない場合は、式(3.2.2) (角屋・福島公式) によるものとする。

$$t_p = C \cdot A^{0.22} \cdot r_e^{-0.35} \quad \dots\dots\dots (3.2.2)$$

ここに、 A : 流域面積 (km²)

r_e : 洪水到達時間 t_p 内の平均有効降雨強度 (mm/h)

C : 流域の土地利用形態に応じて異なる定数

t_p が分単位のとときの C の値は、表-3.2.1 による。

なお、表-3.2.1 の C の範囲は経験的に予想される値であり、平均値は観測値を整理して得た値である。流域地形等が複数の異なる状態に区別される場合は、加重平均により流域全体の C を求める。

ただし、この式をため池地点の洪水到達時間の推定に利用する際、ため池地点が2～3本の大支川の合流直後に位置しているときは、面積は全流域面積ではなく、合流前の支流域面積の最大の方を用いるべきことに注意する。

角屋・福島式のほかに洪水到達時間を推定する方法として、山腹流下時間 k_{arbay} (カーベイ) 式法と河道流下時間 r_{zih} (ルチハ) 式、 k_{raven} (クラーヘン) 式を組合せて算出する方法がある。いずれも河道勾配のみで一義的に洪水到達時間を推定する方法であり、洪水到達時間が流域特性と水文特性に左右される値であり流域固有の一定値となることから考えると、適用するには問題があるといわれている。

表-3.2.1 洪水到達時間係数 C の値 (角屋・福島)

・自然丘陵山地	: $C = 250 \sim 350 \approx 290$
・放牧地	: $C = 190 \sim 210 \approx 200$
・ゴルフ場	: $C = 130 \sim 150 \approx 140$
・開発直後粗造成宅地、舗装道路及び水路の密な農地	: $C = 90 \sim 120 \approx 100$
・市街地	: $C = 60 \sim 90 \approx 70$

(3) ピーク流出係数

洪水ピーク流量に関与する有効降雨強度 (式(3.2.1) に用いる r_e) を観測降雨強度 r から推定する方法として、しばしばピーク流出係数 f_p が用いられる。

$$r_e = f_p \cdot r \quad \dots\dots\dots (3.2.3)$$

r : 200年確率降雨強度 (mm/h)

本来、ピーク流出係数 f_p は流域表層部の条件により著しく異なり、同一流域でも先行降雨条件によりかなり変化する。参考のため、表-3.2.2、表-3.2.3 にピーク流出係数の例を示す。流域地形等が複数の異なる状態に区別される場合は、加重平均により流域全体の f_p を求める。

表-3.2.2 物部によって提示されたピーク流出係数

地 形 の 状 態	f_p	地 形 の 状 態	f_p
急しゅんな山地	0.75～0.90	かんがい中の水田	0.70～0.80
第三紀層山地	0.70～0.80	山地河川	0.75～0.85
起伏のある土地及び樹林地	0.50～0.75	平地小河川	0.45～0.75
平らな耕地	0.45～0.60	流域のなかで以上が平地である大河川	0.50～0.75

表-3.2.3 防災調節池の洪水吐等の設計流量算定のために提示されたピーク流出係数

土地利用状況	f_p	備 考
開発前	0.6～0.7	山林・原野・畑地面積率が70％以上の流域
開発後 (1)	0.8	不浸透面積率がほぼ40％以下の流域
開発後 (2)	0.9	不浸透面積率がほぼ40％以上の流域

3.2.2 B項流量

B項流量は、ため池地点で観測された最大洪水流量又は過去の洪水痕跡から推定される既往最大流量のうち、いずれか大きい方とする。

3.2.3 C項流量

下記①及び②で推定される洪水ピーク流量のうち、いずれか大きい方をC項流量とする。

- ① 気象条件及び洪水流出特性が類似する同一流域内において十分信頼できる既往最大洪水比流量曲線が得られている場合には、この曲線から当該ため池の流域面積に相応する洪水比流量を求め、求めた値に流域面積を乗じて洪水ピーク流量を推定する。
- ② 当該ため池流域に近く、気象条件が類似する流域で観測された既往最大級豪雨が当該ため池流域に発生するとした場合の、当該ため池地点で予想される洪水ピーク流量を計算により推定する。

ここにいう「流域に近い」範囲は隣接する市町村程度とし、豪雨が周辺の観測結果から地域性を強く有すれば、豪雨発生時の気象条件、地形等を考慮して地域を限定して適用する。

なお、洪水比流量を求める式としては複数のものが提唱されているが、そのうち、式(3.2.4)に示すクリーガー(Creager)型近似式については、当分の間、小流域(20km²以下を目安)を除き用いることができるとされている。

$$q = CA^{(A^{-0.05}-1)} \quad \dots\dots\dots (3.2.4)$$

q : 最大洪水比流量 (m³/s/km²)

A : 流域面積 (km²)

C : 地域係数 (図-3.2.1、表-3.2.4)

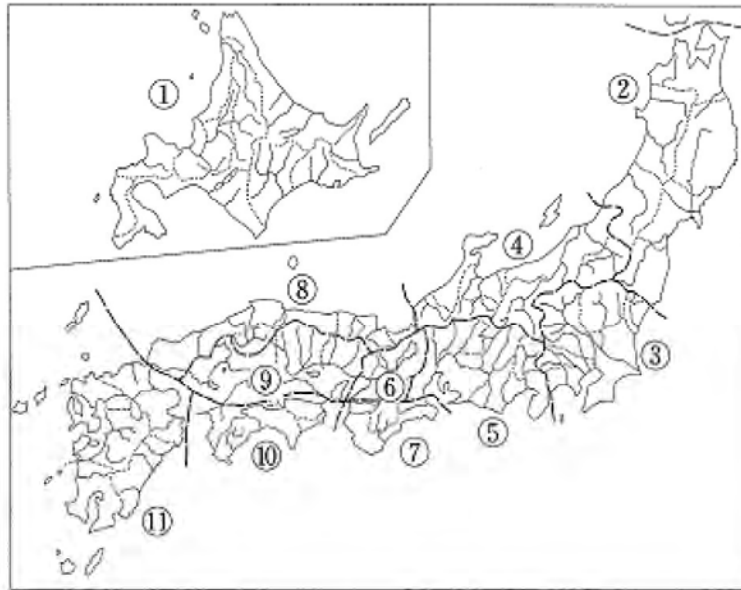


図-3.2.1 地域別比流量式（クリーガー曲線）の地域区分図

表-3.2.4 地域別比流量式（クリーガー曲線）の地域係数C値

地 域	地域係数C	適 用 地 域
① 北 海 道	17	北海道全域
② 東 北	34	青森・岩手・宮城・秋田・山形・福島（阿賀野川流域を除く。）の各県
③ 関 東	48	茨城・栃木・群馬（信濃川流域を除く。）・埼玉・東京・千葉・神奈川の各都県・山梨県のうち多摩川、相模川流域及び静岡県のうち酒匂川流域
④ 北 陸	43	新潟・富山・石川の各県、福島県のうち阿賀野川流域、群馬県のうち信濃川流域、長野県のうち信濃川・姫川流域、岐阜県のうち神通川・庄川流域及び福井県のうち九頭竜川流域以北の地域
⑤ 中 部	44	山梨県及び静岡県のうち③に属する地域を除く地域、長野県及び岐阜県のうち④に属する地域を除く地域、愛知県及び三重県（淀川流域及び櫛田川流域以南の地域を除く。）
⑥ 近 畿	41	滋賀県、京都府のうち淀川流域、大阪府、奈良県のうち淀川流域及び大和川流域、三重県のうち淀川流域及び兵庫県のうち神戸市以東の地域
⑦ 紀 伊 南 部	80	三重県のうち櫛田川流域以南の地域、奈良県のうち⑥に属する地域を除く地域及び和歌山県
⑧ 山 陰	44	福井県のうち④に属する地域を除く地域、京都府のうち⑥に属する地域を除く地域、兵庫県のうち日本海に河口を有する流域の地域、鳥取・島根の各県、広島県のうち江の川流域及び山口県のうち佐波川流域以西の地域
⑨ 瀬 戸 内	37	兵庫県のうち⑥及び⑧に属する地域を除く地域、岡山県・広島県及び山口県のうち⑧に属する地域を除く地域、香川県、愛媛県のうち⑩に属する地域を除く地域
⑩ 四 国 南 部	84	徳島県・高知県・愛媛県のうち吉野川・仁淀川流域及び肱川流域以南の地域
⑪ 九州・沖縄	56	九州各県及び沖縄県

出典：「土地改良事業設計指針「ため池整備」（平成27年5月）」p. 32～35

4.3.2 堤体開削工法の断面検討

(1) 開削底幅

開削底幅は、浮遊物、流木等による閉塞防止、施工機械に必要な作業幅、維持管理等を考慮して定める。ただし、堤体開削断面の流下能力を算定（「4.3.4」参照）し、「4.3.1」の設計洪水流量が堤体開削断面を流下するときの設計洪水位に対して、残存堤体の堤頂標高に必要な余裕高が確保されていない場合、必要な余裕高が確保できる開削底幅とすることなどを検討する。必要な余裕高は、式(4.3.1)又は式(4.3.2)により求める。

$R \leq 1.0 \text{ m}$ の場合

$$h = 0.05 H + 1.0 \quad \dots\dots\dots (4.3.1)$$

ただし、残存堤体の堤高が5.0 m未満のため池では、余裕高を1.0 mとすることができる。

$R > 1.0 \text{ m}$ の場合

$$h = 0.05 H + R \quad \dots\dots\dots (4.3.2)$$

ここに、 R : 波の打ち上げ高さ (m)

h : 余裕高 (m)

H : ため池最深部から設計洪水位（設計洪水流量が堤体開削断面を流下するときの水位）
までの水深 (m)

風による波の打ち上げ高さ R は、「土地改良事業設計指針「ため池整備」（平成27年5月）p.46～49により求める。

風による波の打ち上げ高さ R は、図-3.3.7及び図-3.3.8を参考に、対岸距離 F (m) 及び風速 V (m/s) を定め、図-3.3.9から求める。

なお、対岸距離を求める場合の貯水面は、設計洪水位の状態における貯水面とする。

a. 対岸距離

対岸距離とは、ため池の水面上に風が吹いて、波浪を起こすことのできる自由水面距離をいう。したがって、本来ならば堤体から最高風速の方向に測った直線距離（図-3.3.7(a)の F' 、又は F'' ）を用いればよいが、風向等のデータは少ないため、ここでは堤体からほぼ直線距離にして最大となる対岸距離を採用することにする。ほぼ直線としたのは、同図(b)のように、多少曲がっていても波の伝播する経路としては F' よりも F をとるほうが合理的な場合があるからである。この曲線をどの角度まで許すかは各々のため池において判断するものとする。

ため池内に島がある場合は、その規模及び位置から同図(c)のように F をとることができる。

また、皿池の場合においても、同図(d)のように池内最大となる直線距離をとるものとする。

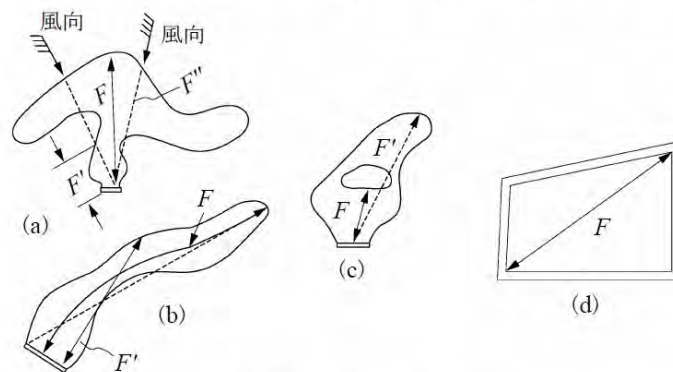


図-3.3.7 対岸距離のとり方

b. 風速

ため池位置における長期観測資料がない場合には、原則として風速 30 m/s を採用する。ただし、弱風帯に位置する地域であって、局地的な強風のおそれのない場合には、20 m/s の風速を採用してもよい。図-3.3.8 は、1999 年理科年表の最大風速記録を基に、30 m/s を境として強風帯と弱風帯に二分したものであるが、地点によっては観測期間が非常に短い記録値となっているので、ほかの類似資料と合わせて検討する必要がある。

このように、余裕高計算上の風速として最大風速記録の低い値を採用する理由は、以下のとおりである。

- ① 瞬間最大風速は波浪を起こすだけの吹送時間がないため、これをとるのは不合理である。
- ② 風向が対岸距離最大の方向と一致しないことが多い。
- ③ 特に谷池の場合は、地形、植生等の影響を大きく受け、風速は弱まる。



- 注 1) 理科年表 1999 年による。
 2) 単位: m/s
 3)  強風帯
  弱風帯
 4) 強風帯と弱風帯の境界線は、隣接 2 点間の値を比例配分により設定したもので地形的要因は考慮していない。

図-3.3.8 日本における最大風速記録

c. 堤体斜面粗度

図-3.3.9において、「平滑斜面」とは、比較的平滑な斜面をもったコンクリートブロック、張石等の場合であり、一方「捨石斜面」とは、表面がロック材等で、波浪が材料間に吸収されてしまうような場合をいう。

よって、ため池の場合は一般的に「平滑斜面」となるが、使用する材料によっては、十分な検討を行った上で、両者の中間の値を採用することができる。

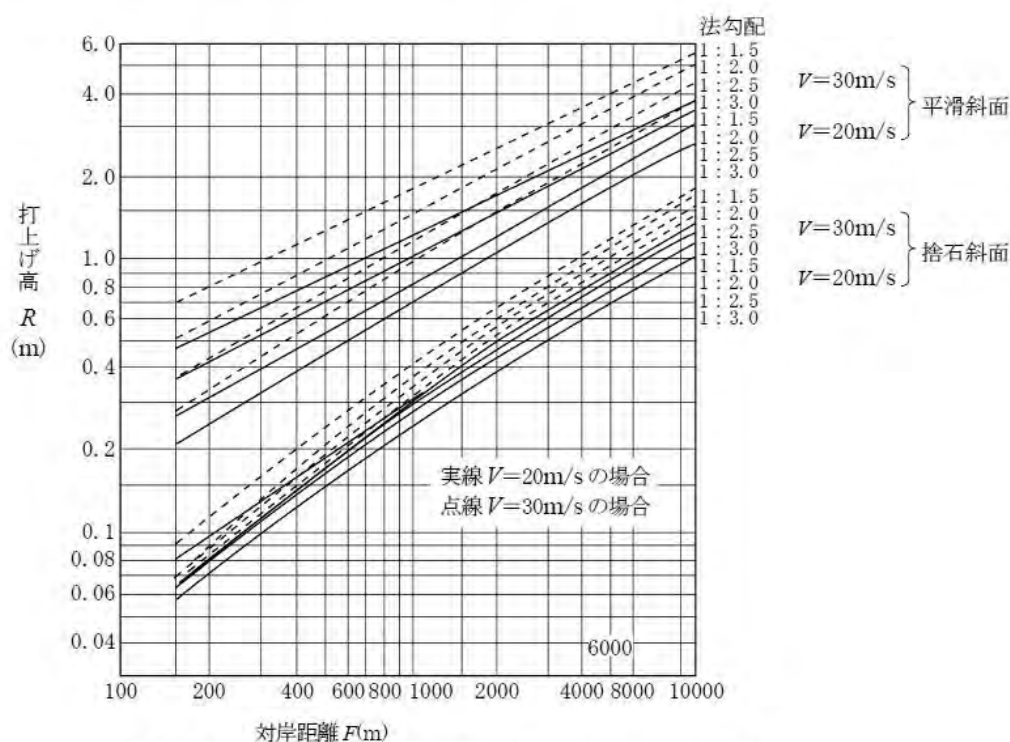


図-3.3.9 Severdrup-Munk-Bretschneider の方法 (SMB 法) における Wilson の改良式と Saville の方法とを組合せて求めた打上げ高

出典：「土地改良事業設計指針「ため池整備」(平成27年5月)」p. 46～49

(2) 開削部の法面勾配

堤体開削部の法面勾配は、残存堤体の安定性を確保するため、「土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」(平成26年3月) p. 746の盛土の標準勾配に準じ、表-4.3.1を標準とする。掘削高が15mを超える場合は、必要な安全性が確保されることを確認の上、勾配を決定する。また、谷池で堤長が短く地山に掘削の影響が及ぶ場合や土質条件等により適用しがたい場合は、安定計算等により、現地状況に応じた適切な法面勾配や法面保護工を検討する。

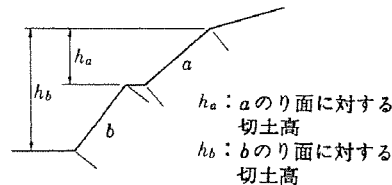
表-4.3.1 堤体開削部の法面勾配

掘削高 H	開削部の法面勾配 n_1
5 m以下	1.5～1.8
5～15 m	1.8～2.0

表-4.3.2 地山における切土の標準勾配

地 山 の 土 質		切 土 高	勾 配
硬 岩			1 : 0.3 ~ 1 : 0.8
軟 岩			1 : 0.5 ~ 1 : 1.2
砂	密実でない粒度分布の悪いもの		1 : 1.5 ~
砂 質 土	密実なもの	5m以下	1 : 0.8 ~ 1 : 1.0
		5~10m	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2
	密実でないもの	5m以下	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2
		5~10m	1 : 1.2 ~ 1 : 1.5
砂利または岩塊 混じり砂質土	密実なもの、または粒度分布のよいもの	10m以下	1 : 0.8 ~ 1 : 1.0
		10~15m	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2
	密実でないもの、または粒度程度の分布の悪いもの	10m以下	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2
		10~15m	1 : 1.2 ~ 1 : 1.5
粘 性 土		10m以下	1 : 0.8 ~ 1 : 1.2
岩塊または玉石 混じりの粘性土		5m以下	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2
		5~10m	1 : 1.2 ~ 1 : 1.5

- 注) ① 上表の標準勾配は地盤条件、切土条件等により適用できない場合があるので本文を参照すること。
 ② 土質構成等により単一勾配としないときの切土高及び勾配の考え方は下図のようになる。



- ・勾配は小段を含めない。
- ・勾配に対する切土高は当該切土のり面から上部の全切土高とする。

- ③シルトは粘性土に入れる。
 ④上表以外の土質は別途考慮する。

出典：「道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成21年度版）」p. 136

図-4.3.1～4.3.5に堤体開削断面の参考図を示す。

図-4.3.3及び4.3.4は堤長が短く、盛土の標準勾配とすると地山に開削の影響が及ぶ場合であり、この場合、地山は盛土勾配ではなく、切土勾配として開削を行う（図-4.3.3、表-4.3.2）。地山の安定勾配が緩く、開削の影響が広範囲に及ぶ場合には、ため池最深部を埋め立て、誘導水路底高を上げることで地山の掘削の影響を回避する（図-4.3.4）。

開削部の最大法高が5mを超える場合は、高さ5～7mごとに幅1～2mの小段を設けることが望ましい。小段については、雨水排水を考慮して、法の下側（法尻側）に向かって5～10%程度の横断勾配をつける（図-4.3.5）。また、除草等の維持管理を考慮して、必要に応じて小段を設置してもよい。

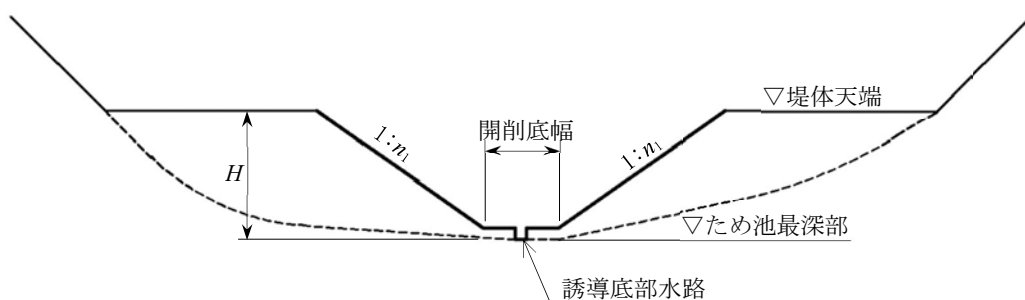


図-4.3.1 堤体開削部標準断面

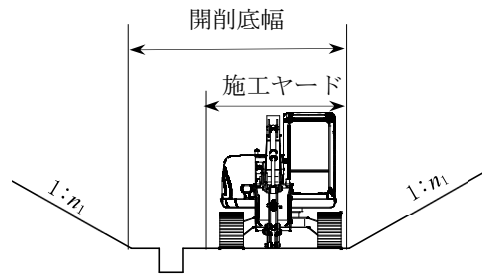


図-4.3.2 施工ヤードとしての利用を考慮した堤体開削断面の例

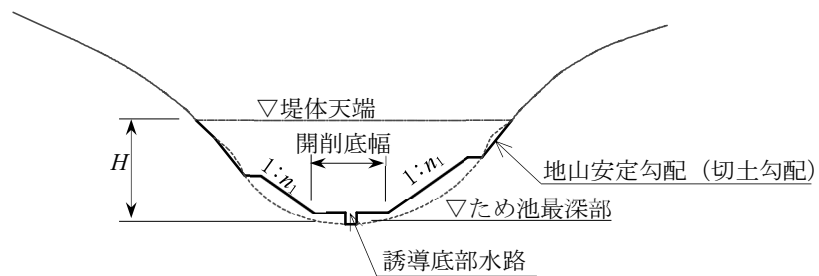


図-4.3.3 地山に掘削の影響が及ぶ場合の堤体開削断面の例 1

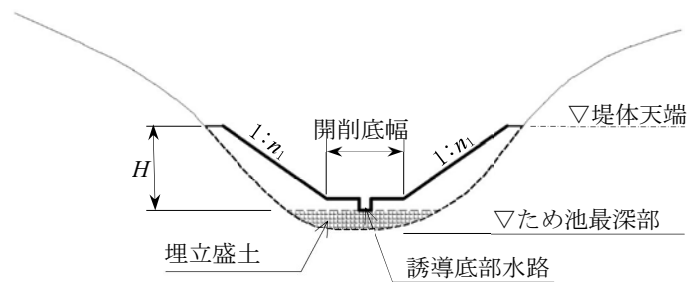


図-4.3.4 地山に掘削の影響が及ぶ場合の堤体開削断面の例 2

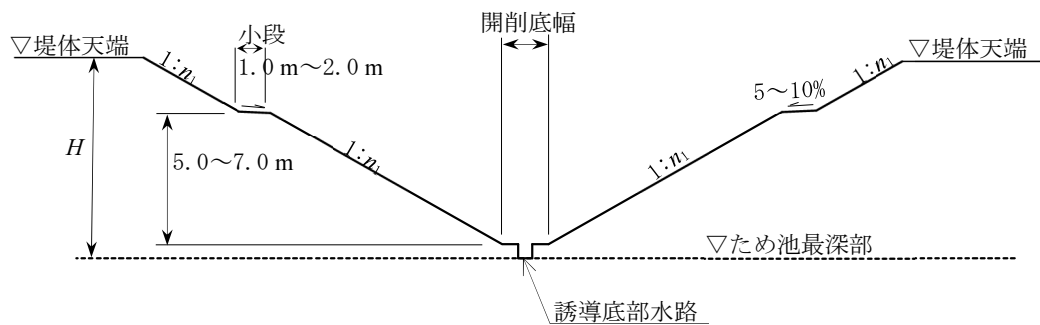


図-4.3.5 小段を設ける場合の堤体開削断面の例

4.3.3 誘導水路の検討

(1) 誘導底部水路

堤体開削部の誘導水路には、小流量排水時に土砂が誘導水路内に堆積することを防止するために誘導底部水路を設置する。誘導底部水路の設計流量は、2年に1回程度発生する洪水流量を標準とするが、誘導水路から下流接続水路へのスムーズな流水の流下等を考慮して下流接続水路の設計流量等を採用してもよい。

誘導底部水路の最小断面は、維持管理を考慮して幅30 cm程度とする。また、誘導底部水路の左右に維持管理通路として利用できるよう、管理幅を設ける。管理幅は維持管理に必要な幅を確保するとともに、設計洪水流量の流下や施工に必要な幅等を考慮し、決定する。管理幅には誘導底部水路に導水できるよう、開削部の小段と同様に、5～10％程度の傾斜をつけるとよい。

また、地下水位の影響により浮力又は揚圧力が生じる場合には、浮上に対する検討を行う。浮上の防止対策としては、地下水排除工の設置や底版に張出しを設ける等の方法がある。

(2) ライニング部

ライニング部は、開削断面の侵食を防止し、かつ洪水を流下させやすくするために、必要に応じて設けることができる。

ライニング部の構造は、標準的にはコンクリートを舗装材として用いるが、現地条件に応じてブロック張工、石張工等を検討する。コンクリートライニングの厚さは、水路規模、将来の維持管理状況等を検討して決定し、一般的には10 cm程度を標準とする。なお、鉄筋コンクリートライニングである場合や、寒冷地あるいは水路規模が大きい場合等にあつては、厚さを大きくする等の検討を行う。

ライニング部の施工範囲は、誘導底部水路断面を含め、10年に1回程度発生する洪水を流下可能な断面に余裕高を見込んだ範囲を標準とする。ただし、洪水時に開削断面の侵食に伴う法面崩壊や雑草等の繁茂に伴う通水断面の阻害による被害のおそれがある場合等は、設計洪水位に余裕高を見込んだ範囲としてもよい。

なお、余裕高は、「土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」」（平成26年3月）p. 234～236の排水路又は射流・急流水路の余裕高の算定方法を基に決定する。

(3) 法面保護工

堤体開削部法面のライニング上部については、洪水の流下や外的条件による法面の侵食や風化を防止するため、植生等で法面を保護する。

図-4.3.6に、誘導底部水路及びライニング部、法面保護工の配置例を示す。

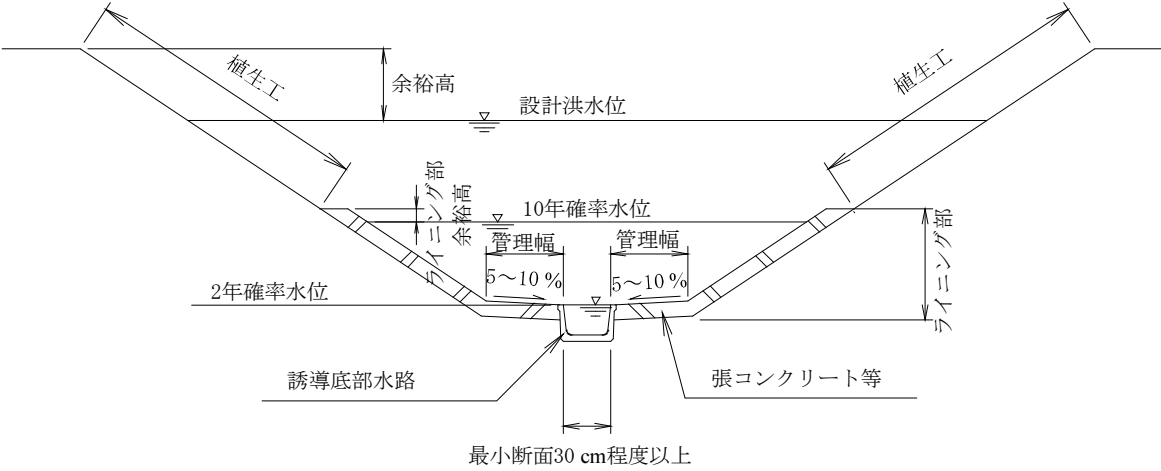


図-4.3.6 誘導底部水路、ライニング部及び法面保護工の配置例

【参考】排水路及び射流・急流水路の余裕高の算定方法

(土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」＜抜粋＞)

② 排水路

無ライニング水路、ライニング水路（台形断面水路）並びに擁壁型水路（フルーム、擁壁水路、箱形暗きょ、既製品水路等）の排水路の余裕高及び水路壁高の算定は、図-6.6.3に示すフローチャートに基づいて行う。

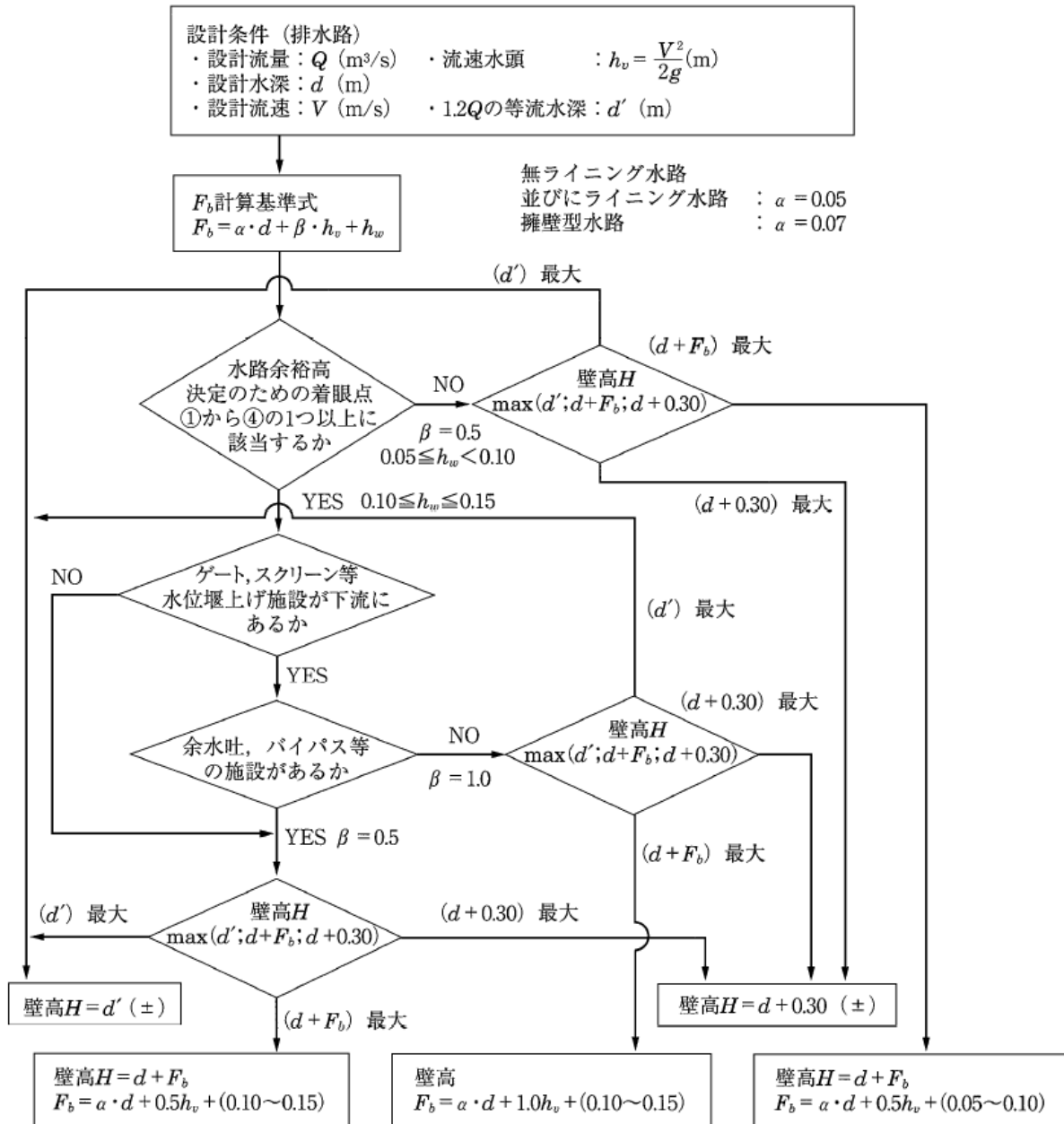


図-6.6.3 排水路（開水路）水路余裕高算定と水路壁高決定のフローチャート

(3) 射流・急流水路の余裕高

急流工のような急勾配水路に与える余裕高については水深、流速の関数としていくつかの提案があるが、確立された設定方法はない。したがって急勾配水路に与える余裕高は、流量、流速及び予想される流況等を加味し、次の経験値を参考として適宜決定する。

(a) 空気混入量を加味しない水深や大規模な急流工にあっては、空気混入量を加味した水深の1.5～2倍とする。

(b) 急勾配水路余裕高について提案されている計算式には次のようなものがある。

$$F_b = 0.6 + 0.037v \cdot h^{1/3} \dots\dots\dots (6.6.3)$$

v : 流速 (m/s)

h : 水深 (m)

ただし、 F_b 、 h は急勾配水路底に垂直方向の高さである。

急勾配水路の余裕高の設計は、水路の規模、勾配、断面形状、不陸の程度等により大きく変動するため、**式 (6.6.3)** 以外に高速射流の空気混入による水面上昇や波による水面動揺に対する転波列の影響、水路の不陸によって生ずる飛散高について検討する必要がある。

また、本基準の適用外である小規模の射流・急流水路の場合、**式 (6.6.3)** による余裕高は過大となるため、急流工の余裕高算定式である**式 (6.6.4)** による等、別途検討する必要がある。

$$F_b = CVh^{1/2} \dots\dots\dots (6.6.4)$$

F_b : 余裕高 (m)

C : 係数 長方形水路 0.1、台形水路 0.13

V : 流速 (m/s)

h : 水深 (m)

出典：「土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」（平成26年3月）」p. 234～236

4.3.4 流下断面の検討

(1) 流下能力の算定

堤体開削断面について、設計洪水流量に対し、マンニングの平均流速公式により流下能力を算定する。

$$Q = A \cdot V$$

$$V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Q : 水路の流下能力 (m³/s)

A : 通水断面 (m²)

V : 平均流速 (m/s)

n : 粗度係数

R : 径深 (m) $R = A/P$

I : 水路底勾配

P : 潤辺長 (m)

潤辺の粗度係数が部分により異なる水路断面においては全潤辺に対する合成粗度係数を計算して流速を求める（図-4.3.7、表-4.3.3）。合成粗度係数 n_i は次の式により求められる。

$$n_i = \left\{ \frac{l}{\sum p_i} (p_1 \cdot n_1^{3/2} + p_2 \cdot n_2^{3/2} + \dots + p_5 \cdot n_5^{3/2}) \right\}^{2/3}$$

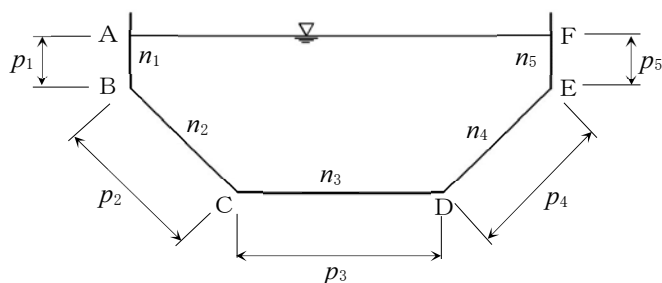


図-4.3.7 潤辺図

表-4.3.3 合成粗度係数

潤辺	粗度係数	潤辺長
A B	n_1	p_1
B C	n_2	p_2
C D	n_3	p_3
D E	n_4	p_4
E F	n_5	p_5
潤辺	n_i	$\sum p_i$

なお、水路勾配が急で、射流となる場合は、水路始点で限界流が発生することになる。この場合、等流計算とすると、断面が不足する場合があるので留意する。

(2) 許容流速

設計洪水流量に対する許容流速は定めないが、誘導底部水路の対象流量（2年確率流量）流下時の許容流速は、表-4.3.4のとおりとする。ただし、やむを得ず最小許容流速以下となる場合は、水路の排水機能を維持できる構造及び管理体制とする。

表-4.3.4 許容流速

種別	最小許容流速 (m/s)	最大許容流速 (m/s)
プレキャストコンクリート水路	0.45～0.90	4.50
厚いコンクリート（18 cm程度）		4.50
薄いコンクリート（10 cm程度）		2.25

出典：「土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」」 p. 182, 183

(3) 粗度係数

粗度係数は、表-4.3.5のとおり設定する。

表-4.3.5 粗度係数

水路の材料	粗度係数
コンクリート（既製フリューム類）	0.014
コンクリート（現場打ち）	0.015
植生工（草生被覆（芝張り））	0.040

出典：「土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」」 p. 186

4.4 下流接続水路の設計

廃止するため池からの排水を排水先水路に安全に流下させるため、必要に応じて下流接続水路を整備する。

廃止するため池からの排水を排水先水路に安全に流下させるため、必要に応じて下流接続水路を整備する（図-4.4.1）。

下流接続水路を整備する場合の計画排水量の算定根拠として採用する計画基準降雨は、費用対効果の観点等から定まるものであるが、計画当初においては計画作成の手順を簡易にするため、10年に1回程度の降雨規模としてよい。

排水先水路の状況を確認し、計画排水量に対して、排水先水路の排水能力が不足する場合は、必要に応じて排水先水路の拡幅や廃止するため池の洪水調節機能を活用するための整備等も検討する。

なお、廃止するため池の洪水調節機能を活用するための整備を行う場合は、「防災調節池等技術基準（案）解説と設計実例」（（公社）日本河川協会）等の基準を参考に設計する。また、その場合、地元自治体等の管理者を定め、適切に管理される必要があるため、維持管理体制を十分に検討する必要がある。

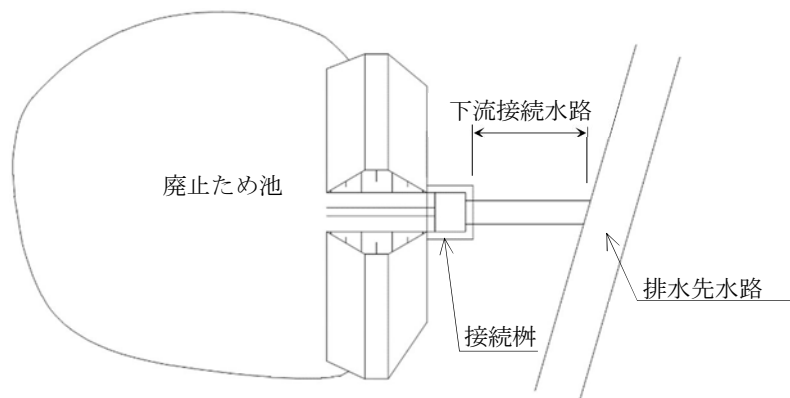


図-4.4.1 廃止ため池の排水先と下流接続水路

(1) 水路断面

- ・水路断面の決定を行うに当たっての水力計算は、マンニング公式による等流計算により決定する。また、設計流量に対して、必要な余裕高を確保する。水力計算手法及び余裕高の計算手法については、「土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」」（平成26年3月）に準拠する。
- ・最小断面は維持管理を考慮し、幅30 cm程度とする。

(2) 整備範囲

- ・廃止するため池からの排水を排水先水路に安全に流下させるため、廃止するため池の下流域の状況を確認し、地域の実情及び経済的観点から検討した上で、下流接続水路の整備が必要な区間を決定し、当該区間を整備する。
- ・当該区間の水路のルートについては、ため池管理者等と協議を行い決定する。水路のルートの決定に当たり、新たに用地の取得が必要となる場合は、当該用地の土地所有者と協議し、合意形成を図る。

4.5 附帯施設の設計

堤体開削工法によるため池廃止後の下流への土砂流出、排水による被害等の防止や維持管理等を考慮し、必要に応じて附帯施設を設置する。

集水桝、接続桝等の附帯施設の構造は、荷重条件、地盤の力学的性質等を考慮した安定計算、部材計算により決定する。

(1) 流入部

誘導水路流入部には、ため池内の堆積土砂の流出抑制、及び浸透水による土粒子の流出防止（誘導底部水路の安定）を図るため、必要に応じて以下の対策を講じる。

ア 土砂留

ため池内の堆積土砂の流出抑制のために、堆積土砂の流入量等に応じて、ふとんかご等による土砂留又は集水桝を設置する。

(ア) ふとんかご等による土砂留（図-4.5.1(1), (2)）

- ・誘導水路上流側にふとんかご等による土砂留を設置する。
- ・土砂留は木杭又は鉄筋を打込み固定する。
- ・残存堤体との取付部は、植生土のうなどにより端部を保護する。
- ・土砂留の底面及び側面には、必要に応じて吸出し防止材を設置する。

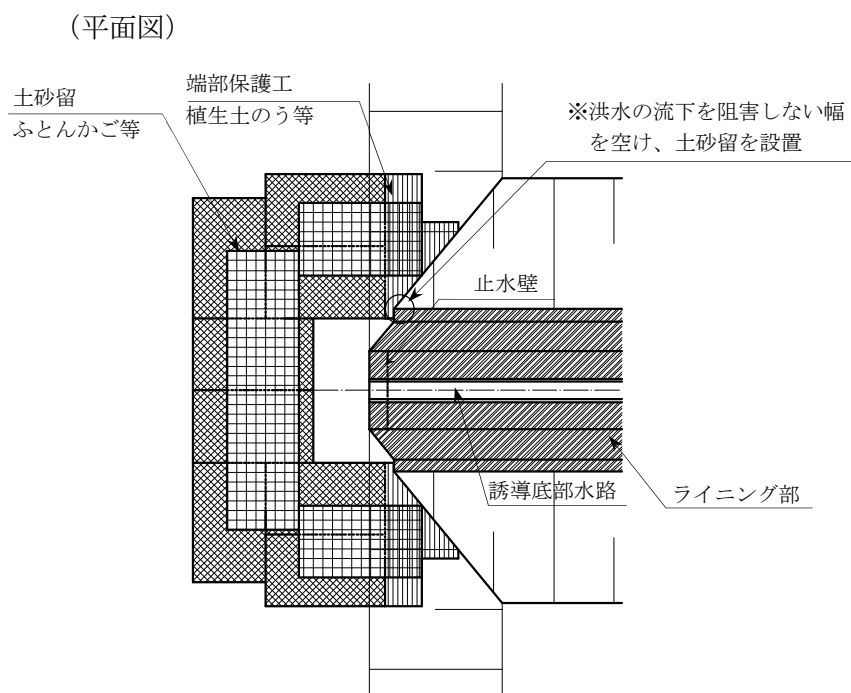


図-4.5.1(1) ふとんかご等による土砂留の設置例

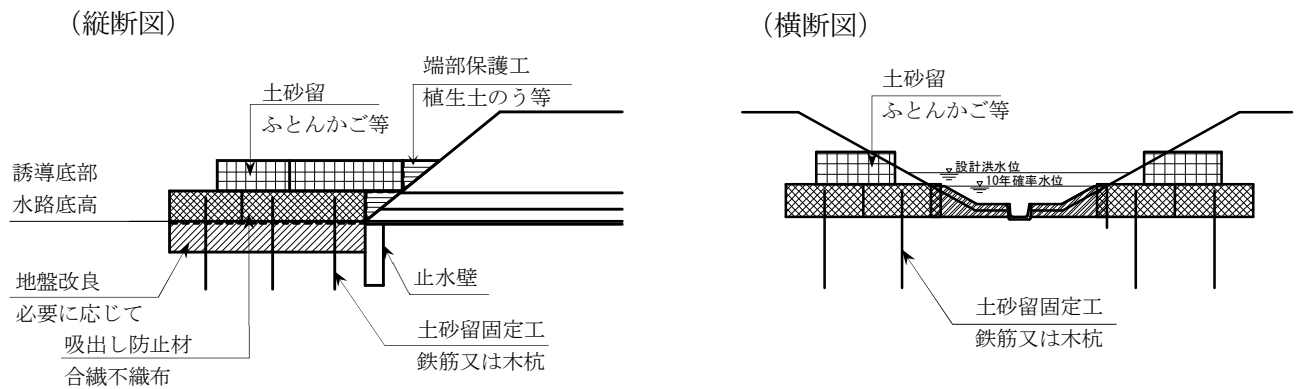


図-4.5.1(2) ふとんかご等による土砂留の設置例



写真-4.5.1 ふとんかご等による土砂留設置事例

(イ) 集水枳（図-4.5.2）

- ・ 誘導底部水路上流に集水枳を設置する。
- ・ 集水枳には20 cm程度の土砂溜まりを設ける。
- ・ 集水枳規模は、誘導底部水路に接続できる規模とし、堆積した土砂の撤去等の維持管理に支障を来さないよう決定する。

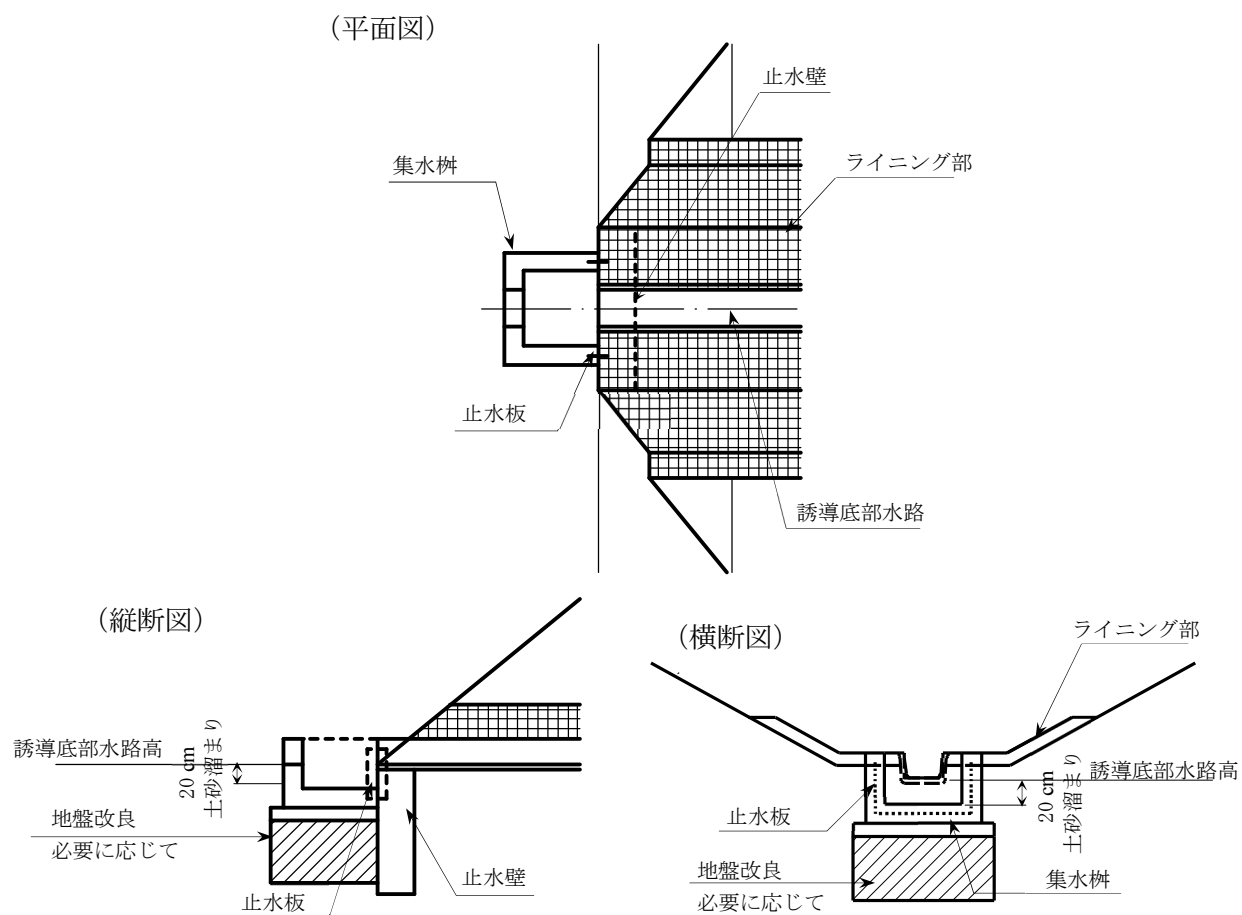


図-4.5.2 集水樹の設置例



写真-4.5.2 集水樹の設置事例

イ 地盤改良

ふとんかご等の安定性の確保及び洪水時の設置面の洗掘防止のため、ため池底部の堆積土砂の土質に応じて、土砂留等の設置範囲の地盤改良を行う。

ウ 止水壁 (図-4.5.3)

浸透水による土粒子の流出を防止し、誘導水路の安定性を確保するため、誘導水路上流端に止水壁を設ける。

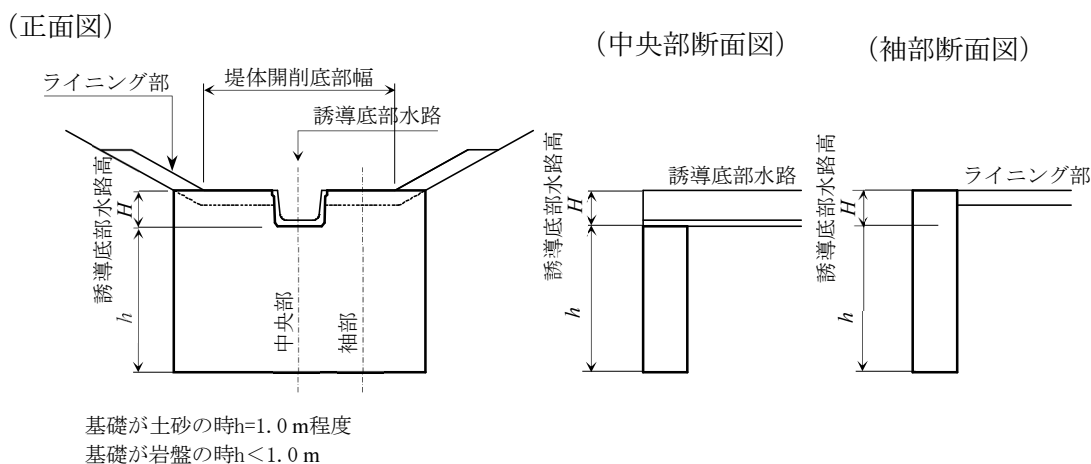


図-4.5.3 止水壁の構造例

(2) 放流部

誘導水路上流端標高と下流接続水路あるいは排水先水路に高低差がなく、常流の流れで接続する場合は、誘導水路と下流接続水路あるいは排水先水路の取付部に接続柵を設ける。

誘導水路上流端標高と下流接続水路あるいは排水先水路に高低差があり、射流の流れで接続する場合は、急流工等を設ける。この場合、流末には減勢機能を有する減勢工を設け、減勢工部下流で下流接続水路あるいは排水先水路に接続する。

ア 接続柵 (図-4.5.4)

- ・ 接続柵の規模は、維持管理、誘導水路や下流接続水路の規模等を考慮して決定する。例えば、下流接続水路の対象流量の流下を阻害しないよう、下流接続水路と接続可能で、その流量に対応した誘導水路流下断面とも接続可能な規模とすることが考えられる。
- ・ 柵底部に20 cm程度の土砂溜まりを設ける。

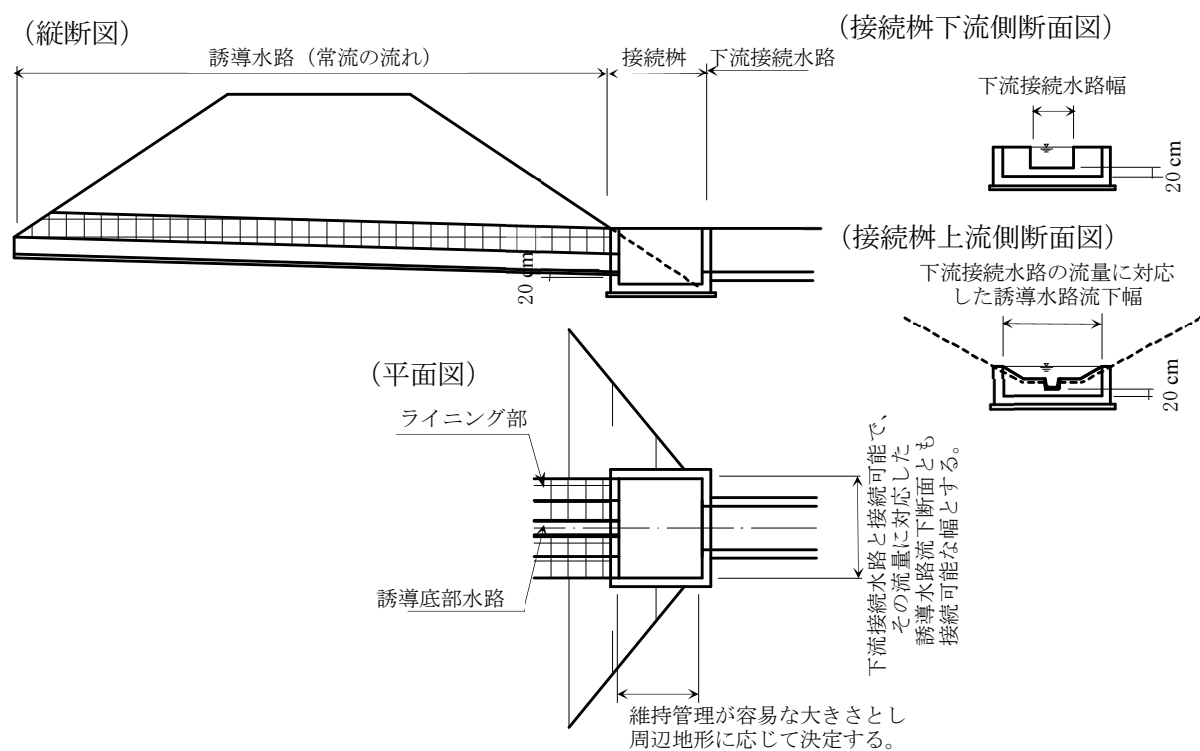


図-4.5.4 接続桝の構造例



写真-4.5.3 接続桝の設置事例

イ 急流工（図-4.5.5(1), (2)）

- ・急流工は、急流部、減勢工で構成する。
- ・急流工は、原則として10年に1回程度発生する洪水を対象とする排水量に対して検討する。
- ・急流工は、「土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」」（平成26年3月）p. 609～617等を参考に設計する。

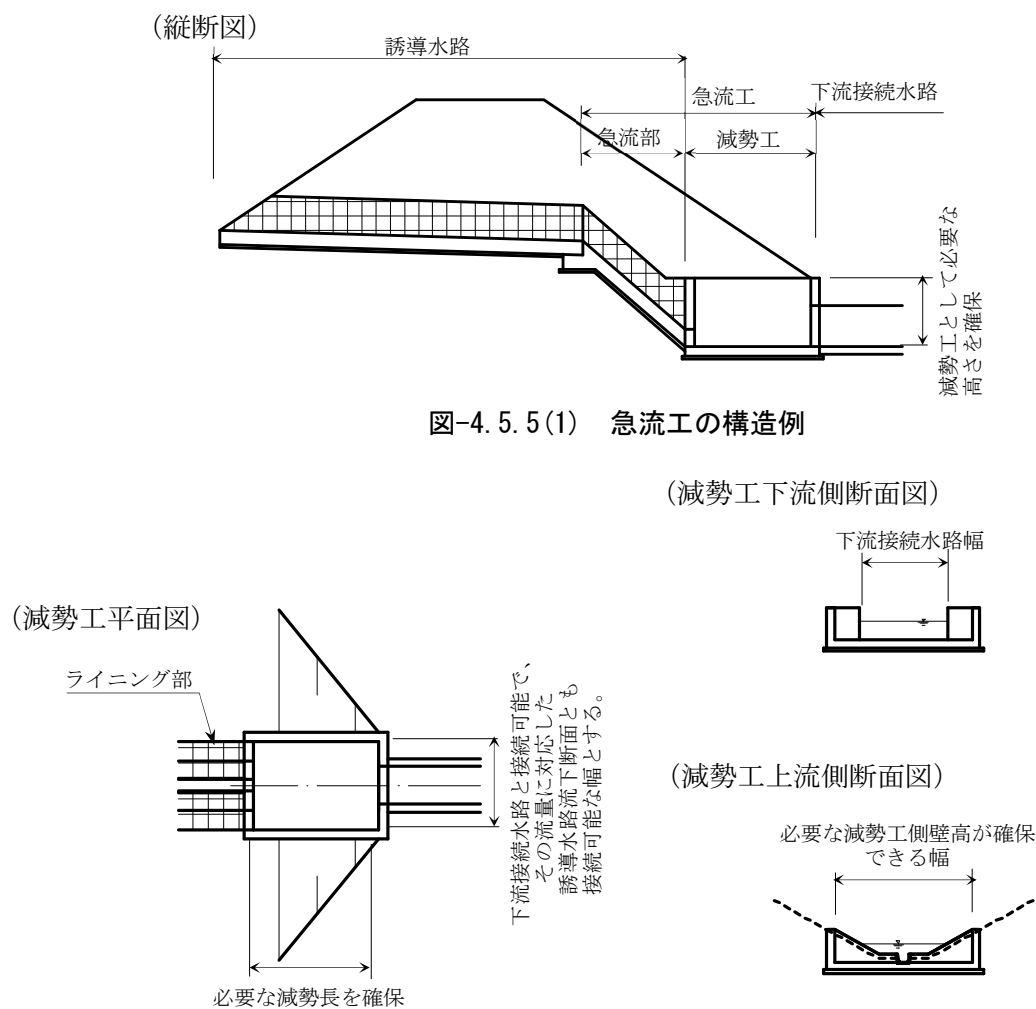


図-4.5.5(1) 急流工の構造例

図-4.5.5(2) 減勢工の構造例



写真-4.5.4 急流工の設置事例

ウ その他施設

- ・誘導水路と接続柵の取付部、急流工減勢部と下流接続水路の取付部には、現場条件により、必要に応じて残存堤体法面の安定を図るための擁壁や、周辺からの流出水进行处理するための承水路などを設ける（図-4.5.6）。

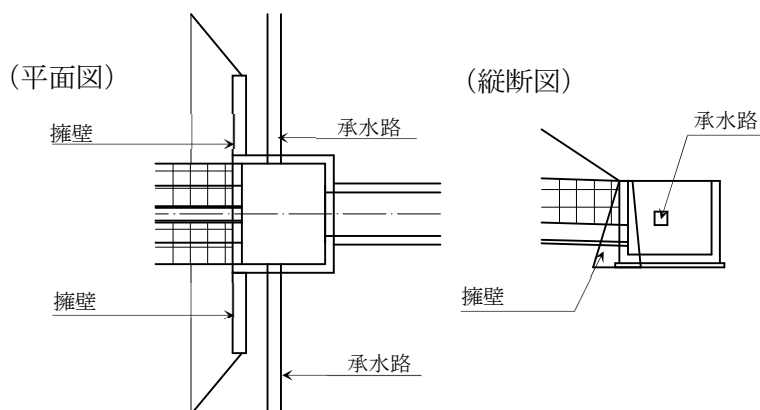


図-4.5.6 擁壁、承水路の構造例



写真-4.5.5 擁壁、承水路の設置事例

(3) その他施設

廃止後の維持管理、安全確保等を考慮し、必要に応じて次の施設等の設置を検討する。

ア 階段工

- ・維持管理用の通路として、必要に応じて堤体開削部の法面等に階段を設置する。
- ・階段の幅員は、60 cmが一般的であるが、維持管理、点検作業、二次製品の規格等を考慮の上決定する。
- ・構造は、用途、利用頻度等を踏まえ、適切な形式を選定する。
- ・開削断面内に階段を設ける場合は、洪水の流下を阻害しないようにするため、手すり等は設計洪水流量流下時の通水断面に設けないようにする。



写真-4. 5. 6 階段工の設置事例

イ 安全施設

- ・ヘドロ状の堆積土砂が残り危険な場合や、環境配慮の対策等によりため池廃止後も一部貯水が残る場合は、必要に応じて安全対策として見やすい場所に警戒標識や立札等を設置する。
- ・堤体開削によって転落事故の危険が生じる箇所には、フェンス、通行止め門扉等を設置する。

ウ 土砂溜め

ため池は洪水を一時貯留することで下流域への土砂の流出を防止する機能を有しており、ため池廃止によりこれらの機能が失われ、土砂の流出が増大し、下流水路の閉塞や環境・衛生面等で問題となるおそれがある。このため、必要に応じて土砂流出防止の土砂溜め等を池内に設置する(図-4. 5. 7)。なお、土砂溜めの深さは安全性を考慮し最大50 cm程度とする。

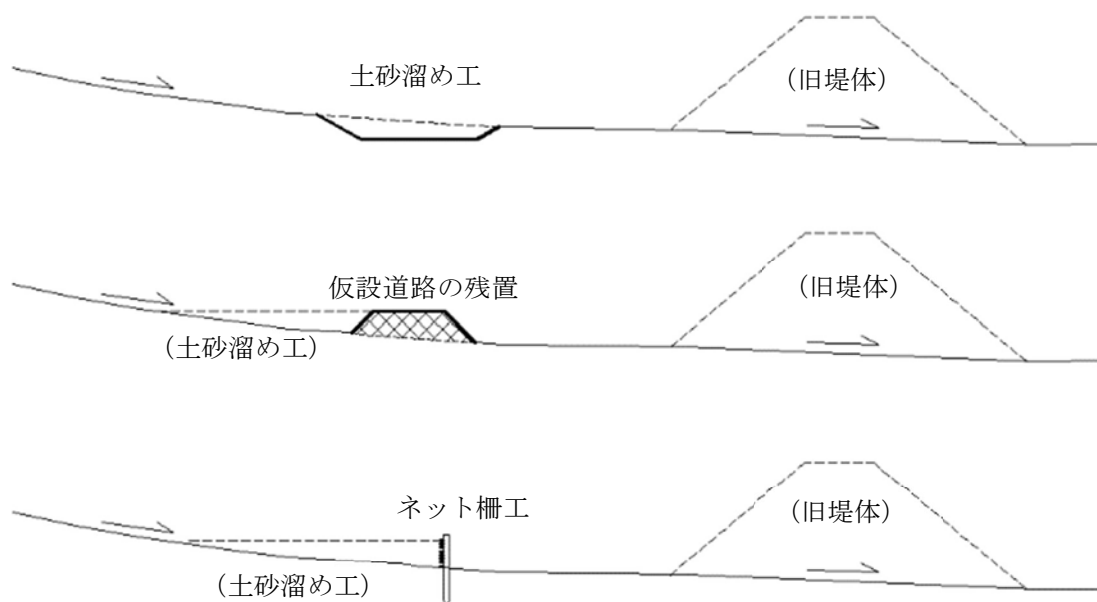


図-4. 5. 7 土砂溜めの設置例

4.6 残存堤体の安定性の検討

残存堤体は、「宅地造成及び特定盛土等規制法」に規定する基礎調査の対象となる場合があるため、調査対象となるか関係部局に確認し、必要に応じて安定性の検討を行う。

残存堤体は、「宅地造成及び特定盛土等規制法」に規定する既存盛土等として扱われるため、同法の許可又は届出の対象とならない。ただし、「盛土等の安全対策推進ガイドライン及び同解説」に示される既存盛土等の基礎調査等の対象となる場合があるため、調査対象となるか関係部局に確認し、安全性の把握が必要な場合、地質調査及び安定計算（安全性把握調査）により残存堤体の安定性を検討し、必要に応じて災害を防止するための安全対策を講じる。残存堤体の安定計算は、「宅地造成及び特定盛土等規制法の施行に当たっての留意事項について（技術的助言）」の「別添5：盛土等防災マニュアル」に基づいて実施する。

【参考】基礎調査等の対象（「盛土等の安全対策推進ガイドライン及び同解説」＜抜粋＞）

3. 調査対象、手順

調査の対象は、規制区域内において許可又は届出を要する規模の盛土等とし、一定の規模（面積が3,000 m²）以上のものを優先して調査することとする。なお、盛土規制法の規制の対象外となる公共施設用地や、盛土等に伴う災害の発生のおそれがないと認められるものとして政令で定める工事については、調査の対象としない。

（略）

【解説】

（1） 調査の対象

調査の対象は、規制区域内の既存盛土等であることから、調査の対象規模は、規制区域内において許可又は届出を要する規模としている。ただし、規制区域内に多数存在する盛土等の安全対策を効率よく進める必要があることや、規模の大きな盛土が崩落することにより、より甚大な人的被害や公共施設等の被害が想定されること等を踏まえ、調査の実施に当たっては、一定の規模以上のものを優先することとする。なお、一定の規模として、従来から安全対策の取組みを進めていた大規模盛土造成地の規模要件（面積が3,000 m²以上）が参考となる。

（略）

調査に当たっては、一定の規模以上のものを優先することとしているが、都道府県の判断により、3,000 m²未満の盛土等のうち、災害が発生する危険性が高いものについては、調査の対象とする。

【調査の対象とする盛土等の例】

- ・過去に災害が発生した盛土、切土
- ・住民からの通報等により地方公共団体が危険性を把握している盛土、切土
- ・保全対象が直下に存在する谷埋め盛土
- ・原地盤面の水平面に対する角度が20度以上で、かつ、盛土の高さが5 m以上の腹付け盛土
- ・切土高が特に高く（15 m以上）、土砂災害警戒区域（急傾斜地の崩壊）に指定されている切土

(略)

参考3.1 農業用ため池の廃止後の取り扱いについて

農業用ため池は、盛土規制法において、公共の用に供する施設と扱われ、法の規制対象外となることから、調査の対象と扱わない。ただし、ため池の廃止に当たっては、堤体の一部を開削し、堤体が残置される場合及びため池を埋め立てる場合（図参 3.1.1）がある。堤体が残置される場合については、残置される堤体は既存盛土等として扱われるため、許可又は届出を要する規模に該当するかを踏まえ、調査対象に含めるか関係部局と調整することが考えられる。また、ため池を埋め立てる場合については、埋め立てられた後の土地が、規制区域内において許可又は届出を要する規模の盛土等に該当するかを確認し、該当する場合には、工事の許可申請又は届出が必要になる。

出典：「盛土等の安全対策推進ガイドライン及び同解説」（令和5年5月）p. 1-14～15, 1-19

【参考】「宅地造成及び特定盛土等規制法の施行に当たっての留意事項について（技術的助言）」の「別添5：盛土等防災マニュアル」＜抜粋＞

V・3・2 盛土のり面の安定性の検討

盛土のり面の安定性の検討に当たっては、次の各事項に十分留意する必要がある。ただし、のり面勾配等の決定に当たっては、安定計算の結果に加え、近隣又は類似土質条件の施工実績、災害事例等を十分参照した上で総合的に検討することが大切である。

1) 安定計算

盛土のり面の安定性については、円弧滑り面法により検討することを標準とする。また、円弧滑り面法のうち簡便なフェレニウス式（簡便法）によることを標準とするが、現地状況等に応じて他の適切な安定計算式を用いる。

2) 設計土質定数

安定計算に用いる粘着力(c)及び内部摩擦角(ϕ)の設定は、盛土に使用する土を用いて、現場含水比及び現場の締固め度に近い状態で供試体を作成し、せん断試験を行うことにより求めることを原則とする。

3) 間げき水圧

盛土の施工に際しては、適切に地下水排除工等を設けることにより、盛土内に間げき水圧が発生しないようにすることが原則である。

しかし、計画地区内における地下水位又は間げき水圧の推定は未知な点が多く、これらはのり面の安全性に大きく影響を及ぼす。このため、地下水及び降雨時の浸透水の集中により間げき水圧が上昇することが懸念される盛土では、間げき水圧を考慮した安定計算により盛土のり面の安定性を検討することが望ましい。また、溪流等においては、高さ15メートル超の盛土は間げき水圧を考慮した安定計算を標準とする。安定計算に当たっては、盛土の下部又は側方からの浸透水による水圧を間げき水圧(u)とし、必要に応じて、雨水の浸透によって形成される地下水による間げき水圧及び盛土施工に伴って発生する過剰間げき水圧を考慮する。

また、これらの間げき水圧は、現地の状況等を踏まえ、適切に推定することが望ましい。

なお、十分締固めた盛土では液状化等による盛土の強度低下は生じにくいだが、溪流等における高さ15メートル超の盛土や火山灰質土等の締固め難い材料を用いる盛土については液状化現象等を考慮し、液状化判定等を実施する。

4) 最小安全率

盛土のり面の安定に必要な最小安全率(F_s)は、盛土施工直後において、 $F_s \geq 1.5$ であることを標準とする。

また、地震時の安定性を検討する場合の安全率は、大地震時に $F_s \geq 1.0$ とすることを標準とする。なお、大地震時の安定計算に必要な水平震度は、0.25に建築基準法施行令第88条第1項に規定するZの数値を乗じて得た数値とする。

出典：「宅地造成及び特定盛土等規制法の施行に当たっての留意事項について（技術的助言）」（令和5年5月26日付け国官参宅第12号、5農振第650号、5林整治第244号 国土交通省都市局長、農林水産省農村振興局長、林野庁長官連名通知）の「別添5：盛土等防災マニュアル」p.4

【参考】「宅地造成及び特定盛土等規制法」の施行に伴うため池の取扱いについて（通知）＜抜粋＞

農業用ため池は、宅地造成及び特定盛土等規制法施行令（昭和37年政令第16号）第2条及び宅地造成及び特定盛土等規制法施行規則（昭和37年建設省令第3号）第1条に定める「公共の用に供する施設」に位置付けられているため、規制区域内における農業用ため池の防災工事や公共の用に供する施設にするための廃止工事に伴う盛土その他の土地の形質の変更は、盛土規制法の規制対象外となる。

一方、公共の用に供する施設の用地を、公共の用に供する施設以外の用地にするための盛土や切土等の工事は、盛土規制法の規制対象となるため、農業用ため池の廃止により、廃止後の用地が公共の用に供する施設以外の用地となる場合の取扱いを以下に示す。

1 （略）

2 堤体の開削による廃止工事を行う場合は、開削は切土として扱われず、残った堤体部分については盛土規制法の規制対象となる盛土ではなく、盛土規制法の施行前に作られた既存の盛土として扱われることとなるため、許可又は届出の対象とはならない。ただし、別添、「盛土等の安全対策推進ガイドライン及び同解説」に示される既存盛土等の基礎調査（以下「既存盛土等調査」という。）等の対象となる場合があるため、調査対象に含めるか関係部局と調整することが重要である。

〔（参考）既存盛土等調査について〕

調査に当たっては、一定の規模以上のものを優先することとしているが、3,000 m²未満の盛土等のうち、災害が発生する危険性が高いものについては、調査の対象とする。

【調査の対象とする盛土等の例】

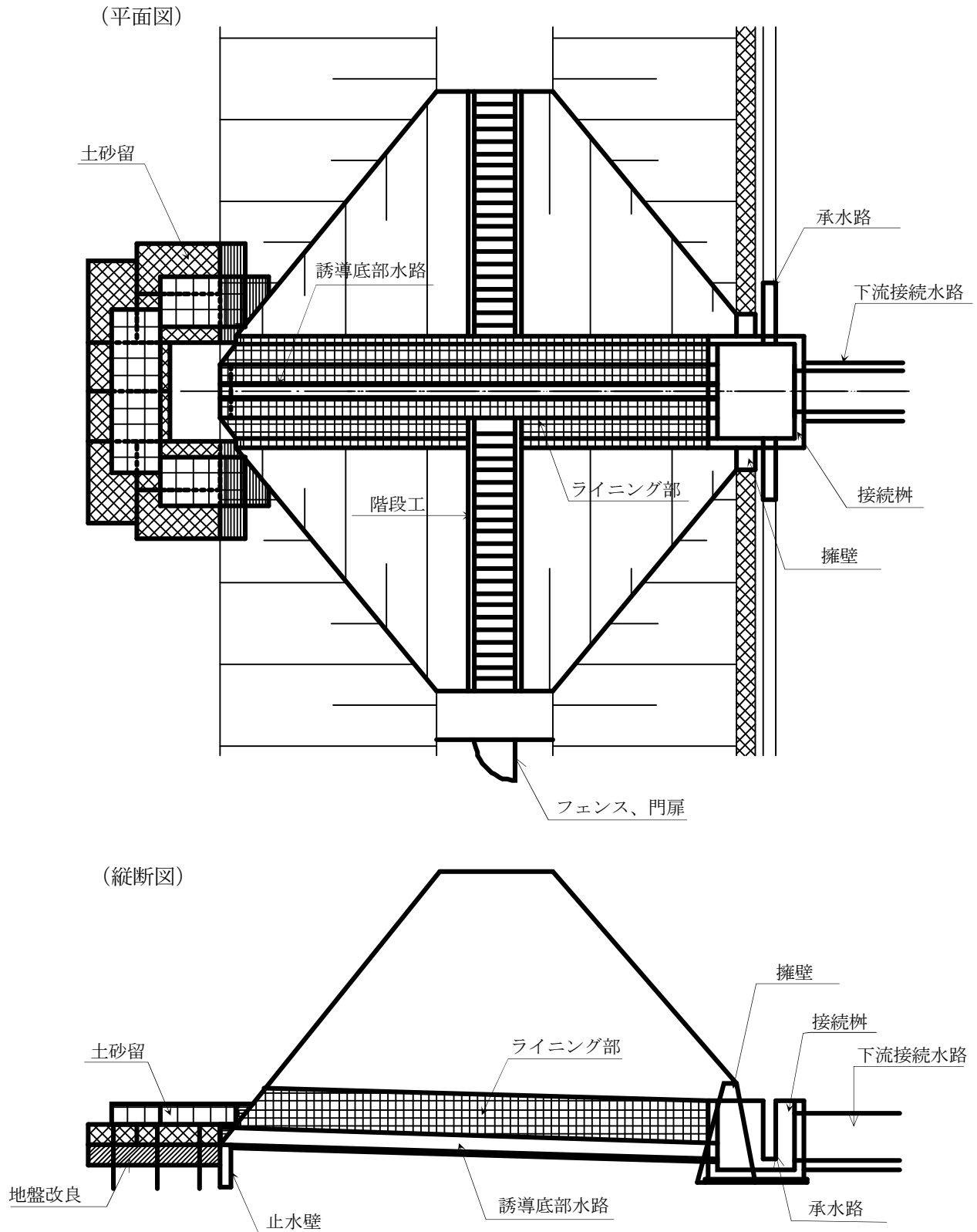
- ・過去に災害が発生した盛土、切土
- ・住民からの通報等により地方公共団体が危険性を把握している盛土、切土
- ・保全対象が直下に存在する谷埋め盛土
- ・原地盤面の水平面に対する角度が20度以上で、かつ、盛土の高さが5 m以上の腹付け盛土
- ・切土高が特に高く（15 m以上）、土砂災害警戒地域（急傾斜地の崩壊）に指定されている切土

出典：「宅地造成及び特定盛土等規制法」の施行に伴うため池の取扱いについて（通知）（令和5年5月30日付け 5農振第720号農林水産省農村振興局整備部防災課長通知）

4.7 標準施設事例

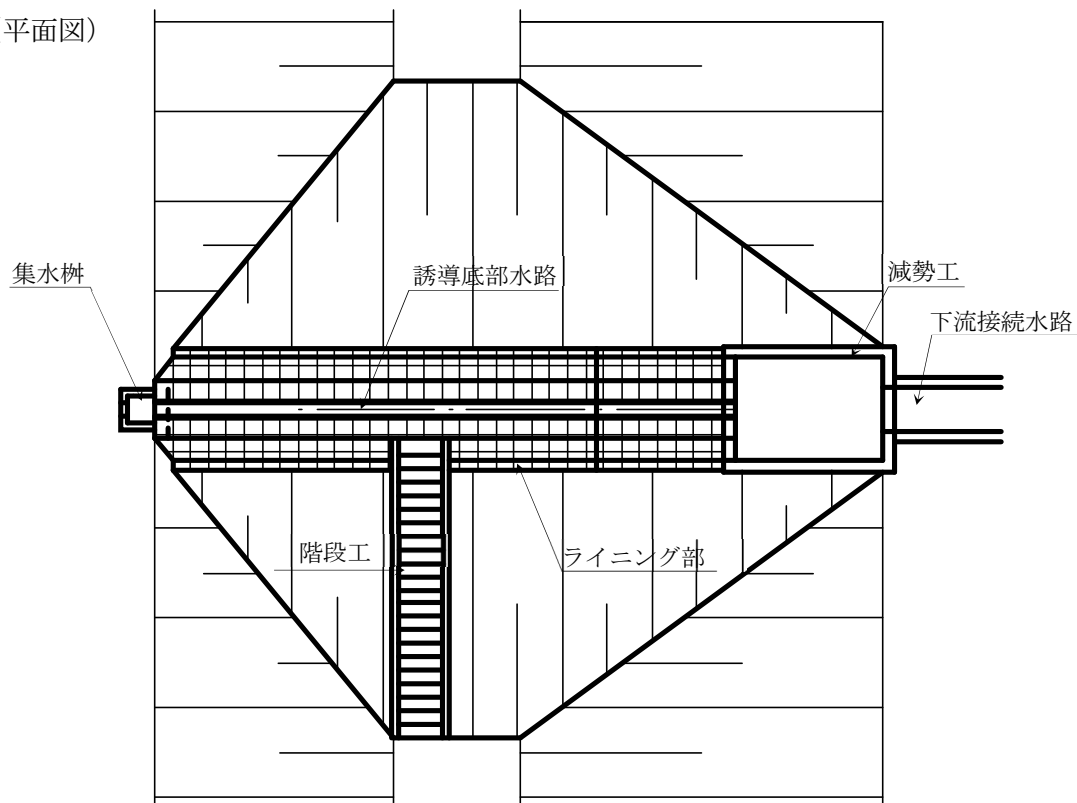
以下に、参考となる施設計画事例を示す。

(1) 施設計画事例 1

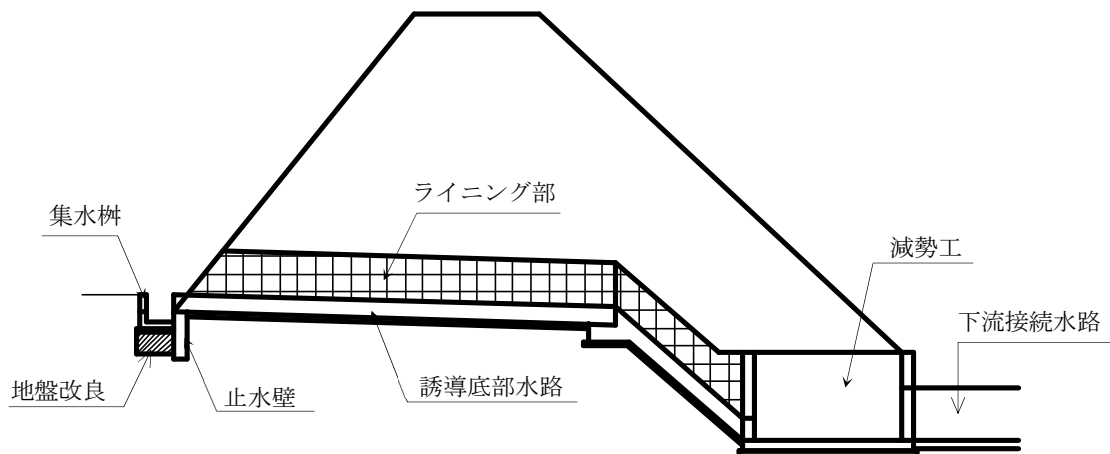


(2) 施設計画事例 2

(平面図)



(縦断面図)



引用・参考文献

農林水産省農村振興局：土地改良事業設計指針「ため池整備」（平成27年5月）

農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」（平成26年3月）

農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「農道」（令和6年3月）

農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 計画「ほ場整備（水田）」（平成25年4月）

農林水産省構造改善局：土地改良事業標準設計 第11編 ほ場整備（平成3年3月）

(社)日本道路協会：道路土工 盛土工指針（平成22年度版）（平成22年4月）

農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 計画「排水」（平成31年4月）

(公社)日本河川協会：防災調節池等技術基準（案）解説と設計実例（平成19年11月）

第5章 暗渠工法の設計

5.1 暗渠工法の構成及び用語の定義

暗渠工法の構成及び用語の定義は、以下のとおりとする。

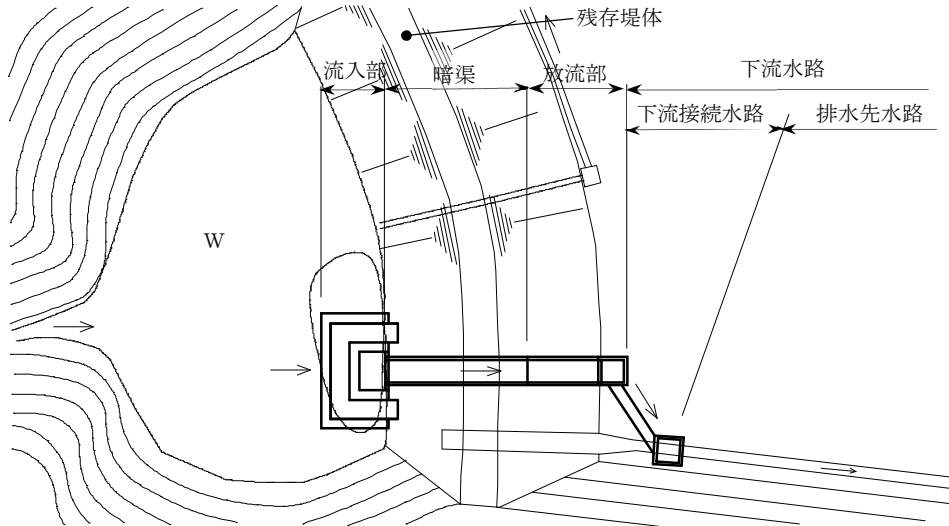


図-5.1.1 暗渠工法の各構成部位の名称

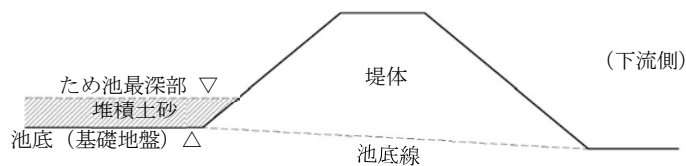


図-5.1.2 ため池最深部

- 流入部 : ため池内の堆積土砂の流出抑制等を図るため、上流部に設ける土砂留等の一連の施設をいう。
- 暗渠 : ため池及び上流域の排水を流下させるため、流入部から下流接続水路に至る区間に設ける暗渠をいう。
- 放流部 : 暗渠下流部において、下流接続水路との接続部に設ける急流工や接続柵等の一連の施設をいう。
- 下流接続水路 : 暗渠下流端から下流の排水先水路に至る区間において、ため池廃止に伴い、平面形や縦断形の取付け整備が必要となる水路等一連の施設をいう。
- 排水先水路 : 下流接続水路の排水先となる水路や河川等をいう。
- ため池最深部 : 池内に堆積する土砂上面の地盤面のうち最も標高の低い箇所を指す（図-5.1.2）。
- 残存堤体 : 存置する現況堤体部分をいう。

5.2 暗渠設置位置及び暗渠底高の検討

暗渠設置位置及び暗渠底高は、現地調査等を踏まえ、以下の事項を考慮して設定する。

- ①排水先水路へ円滑に取付けできること。
- ②池底の残留水の排除（水難事故の防止等）。

(1) 暗渠設置位置

暗渠設置位置は、旧底樋箇所や現況洪水吐き、下流の水路位置など現地の状況を確認の上、経済性及び施工性を考慮して決定する（検討例は「4.2 堤体開削位置及び誘導水路底高の検討（1）堤体開削位置」参照）。

(2) 暗渠底高

暗渠上流端の底高は、池底の残留水が排除できるようにするため、原則としてため池最深部の地盤高に合わせて設定する。ただし、流入土砂の流出が下流に影響を及ぼすおそれがあることから、ため池廃止後の土砂の堆積を考慮する必要がある場合や、環境配慮対策として一部水域を残す場合等は、防災上問題がない範囲で暗渠底高を上げることもできる。なお、堆積土砂が軟弱なへドロ状で暗渠の支持力不足のおそれがある場合や、へドロの流出等で排水先水路の閉塞や環境・衛生面等で問題が生じるおそれがある場合は、必要に応じて地盤改良や堆積土砂の撤去を検討する。

5.3 暗渠断面の検討

暗渠断面は、設計洪水流量が安全に流下できるものとしなければならない。そのため、水路幅、水路高さ等を総合的に検討し、断面を決定するものとする。

5.3.1 設計洪水流量

ため池廃止工事は、ため池の決壊による水害その他の災害を防止するために行うものであるが、豪雨時の洪水が残存堤体を越流して残存堤体が決壊すると、周辺に甚大な被害を与えるおそれがある。このため、暗渠断面は、原則としてため池と同じ考え方で設定する設計洪水流量が安全に流下できるものとする。

設計洪水流量は、「4.3.1 設計洪水流量」に示す算定方法により算定する。

5.3.2 暗渠工法の断面検討

(1) 暗渠水路幅

暗渠水路幅は、浮遊物による閉塞防止のため、基本的には1.0m以上とする。ただし、山林等で流木等の流入を特に考慮する必要がある場合には、2.0m程度以上確保することが望ましい。

(2) 暗渠水路高さ

暗渠水路の高さについては、「4.3.4 流下断面の検討」に示す方法により暗渠断面の流下能力を算定し、「5.3.1」の設計洪水流量流下時に「土地改良事業設計指針「ため池整備」（平成27年5月）p.90に示された余裕高を確保する。

ただし、現場条件により、浮遊流下物等による閉塞防止対策を講じる必要がある場合、以下のいずれ

かの対策を講じる。なお、流木止めを設置する場合には、定期的な維持管理が必要となることに留意する。

- ・設計洪水水位水面と暗渠頂版の間に1.0 m以上のクリアランスを確保する（図-5.3.1）。
- ・暗渠上流側に流木止めを設置する（写真-5.3.1）。

必要な余裕高(浮遊流下物等による閉塞防止対策としてクリアランスを確保する場合は、余裕高と1.0 m以上を比較し、いずれか大きい方)

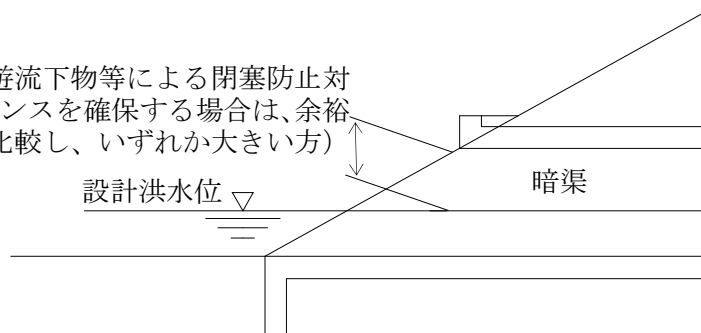


図-5.3.1 暗渠のクリアランス



写真-5.3.1 暗渠上流側の流木止め設置例

【参考】 余裕高の算定方法（土地改良事業設計指針「ため池整備」＜抜粋＞）

余裕高は、設計洪水流量の流下による空気連行や湾曲による水面上昇、波動による水面の振れ等に対して十分な値^注とする。水面形に余裕高を加えた高さ以上を各部の側壁高とする。

洪水吐水路の余裕高は、以下により決定する。

① 常流域の余裕高

常流域の余裕高は、式(3.4.30)により求める。

$$F_b = 0.07d + \frac{V^2}{2g} + 0.10 \quad \dots\dots\dots (3.4.30)$$

ここに、 F_b : 余裕高(m) g : 重力加速度(=9.8m/s²)
 V : 流速(m/s) d : 水深(m)

② 射流域の余裕高

射流域の余裕高は、式(3.4.31)により求める。

$$F_b = C \cdot V \cdot d^{1/2} \quad \dots\dots\dots (3.4.31)$$

ここに、 F_b : 余裕高 (m)
 C : 係数（長方形断面水路で0.10、台形断面水路で0.13）
 V : 流速 (m/s) d : 水深 (m)

ただし、最小余裕高は0.6mとする。

③ 減勢部の余裕高

減勢部の余裕高は、式(3.4.32)により求める。

$$F_b = 0.1(V_1 + d_2) \quad \dots\dots\dots (3.4.32)$$

ここに、 F_b : 余裕高 (m) V_1 : 跳水始点への流入流速 (m/s)
 d_2 : 跳水末端での水深 (m)

注) 水深、余裕高は水路底の傾斜に垂直にとる。

出典：「土地改良事業設計指針「ため池整備」（平成27年5月）」p.90

5.4 下流接続水路の設計

廃止するため池からの排水を排水先水路に安全に流下させるため、必要に応じて下流接続水路を整備する。

下流接続水路の設計については、「4.4 下流接続水路の設計」により検討する。

5.5 附帯施設の設計

ため池廃止後の下流への土砂流出、排水による被害等の防止や維持管理等を考慮し、必要に応じて附帯施設を設置する。

集水桝、接続桝等の附帯施設の構造は、荷重条件、地盤の力学的性質等を考慮した安定計算、部材計算により決定する。

附帯施設の設計については、「4.5 附帯施設の設計」により検討する。

5.6 残存堤体の安定性の検討

残存堤体は、「宅地造成及び特定盛土等規制法」に規定する基礎調査の対象となる場合があるため、調査対象となるか関係部局に確認し、必要に応じて安定性の検討を行う。また、道路管理者等と協議の上、必要に応じて残存堤体の安定性の検討を行う。

残存堤体が公共施設用地（p. 54参照）以外の場合、「宅地造成及び特定盛土等規制法」に規定する基礎調査の対象となることがあるため、調査対象となるか関係部局に確認し、必要に応じて残存堤体の安定性の検討を行う（「4.6 残存堤体の安定性の検討」参照）。

また、堤体上部が道路等として利用されており、ため池廃止工事により残存堤体の安定性に影響を及ぼす場合は、道路管理者等と協議の上、必要に応じて残存堤体の安定性の検討を行う。

引用・参考文献

農林水産省農村振興局：土地改良事業設計指針「ため池整備」（平成27年5月）

農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準 設計「ダム」（平成15年4月）

農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」（平成26年3月）