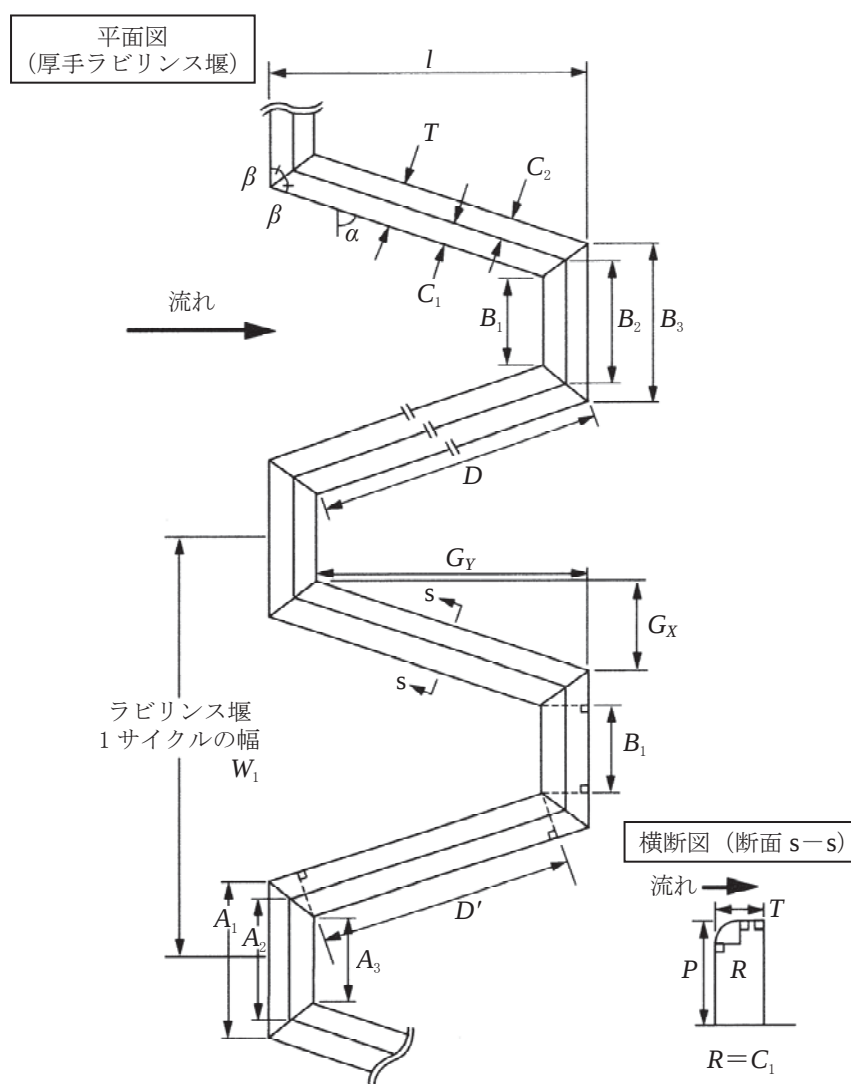


## 参考資料

### 4. ラビリンス堰の水理設計手法

#### 4.1. ラビリンス堰の特徴

ラビリンス堰とは、**参図-4.1.1**に示すようなジグザグの平面形をした堰である。この堰は直線の平面形をした堰よりも放流能力が高いため、その分、越流幅や設計水頭を低減できる。越流幅の低減により洪水吐の小規模化、設計水頭の低減により常時満水位の増嵩（貯水容量の増大）、若しくは設計洪水位の低下、すなわち、堤高を低くすることや堤体積の低減が図れるという特徴がある。



参図-4.1.1 ラビリンス堰模式図

## 4.2. ラビリンス堰の形状と流量係数

ラビリンス堰の形状、設計図表の一例を、以下に示す。

### (1) 厚手ラビリンス堰の形状と流量係数

参図-4.2.1は、ラビリンス堰の基本形状が参図-4.1.1のとおりで、かつ、(堰厚)/(堰高)が0.3の厚手形状の場合の流量係数の一例である。ラビリンス堰の形状は $W/P$ 、 $L/W$ 、 $A/W$ 、 $T/P$ 、 $R/T$ の5つの基本諸元から規定され、それらの値は、参図-4.2.1の形状A、形状Bについては次のとおりである（記号は、参図-4.1.1参照）。

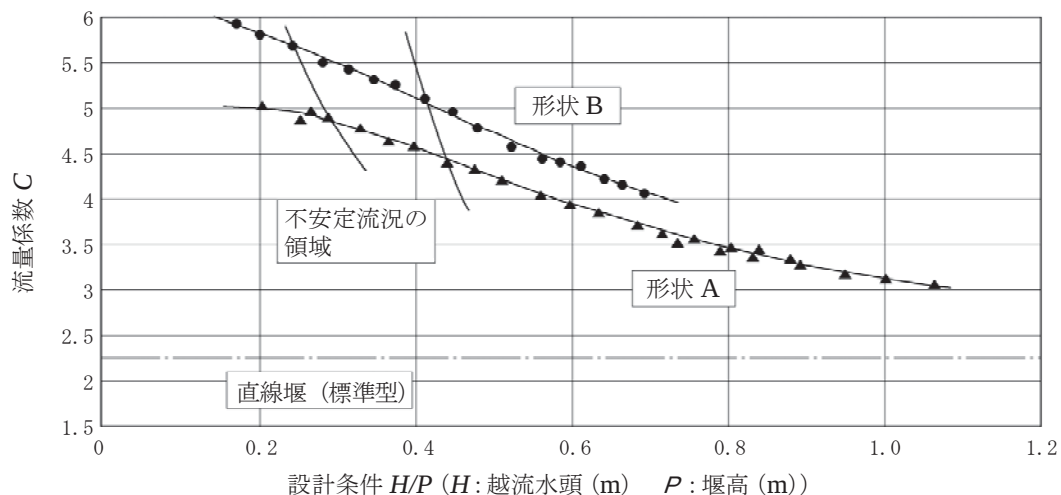
形状A  $W/P=2$ 、 $L/W=4$ 、 $A/W=0.0765$ 、 $T/P=0.3$ 、 $R/T=2/3$

形状B  $W/P=3$ 、 $L/W=4$ 、 $A/W=0.0765$ 、 $T/P=0.3$ 、 $R/T=2/3$

(現地条件から設定される堰高 $P$ と上記  $W/P$ 、 $L/W$ 、 $A/W$ 、 $T/P$ 、 $R/T$ より  $W$ 、 $L$ 、 $A$ 、 $T$ 、 $R$ が定まる)

上記諸元を、参式(4.2.1)に代入して具体的な堰形状が求まる。

すなわち、設計条件の設計水頭 $H_d$ 、現地地形条件等から決まる堰高 $P$ により参図-4.2.1から流量係数、基本5諸元が定まり、基本5諸元と参式(4.2.1)から具体的な堰形状が定まる。したがって、水利設計としては、設計条件、現地条件とラビリンス堰の使用目的（放流能力の増大、洪水吐幅の縮小、貯水容量の増大、堤体積の低減等）に対して最も経済的となる形状を参図-4.2.1等の設計図表から選ぶのみである。ただし、この際、後述「3. ラビリンス堰の設計上の留意点」の各事項に留意する必要がある。



参図-4.2.1 厚手ラビリンス堰の流量係数<sup>1)</sup>

$$C_1 = R \quad (\text{m})$$

$$\alpha = \cos^{-1} \frac{W-4A}{L-4A} \quad (^\circ)$$

$$\beta = 90 - \frac{\alpha}{2} \quad (^\circ)$$

$$l = T + \left( \frac{L-4A}{2} + T \cdot \tan \frac{\alpha}{2} \right) \cdot \sin \alpha \quad (\text{m})$$

$$B_1 = 2A \quad (\text{m})$$

$$B_2 = B_1 + 2C_1 \cdot \tan \frac{\alpha}{2} \quad (\text{m})$$

$$B_3 = B_1 + 2T \cdot \tan \frac{\alpha}{2} \quad (\text{m})$$

$$A_1 = B_3 \quad (\text{m})$$

$$A_2 = A_1 - 2C_1 \cdot \tan \frac{\alpha}{2} \quad (\text{m})$$

$$A_3 = B_1 \quad (\text{m})$$

$$D' = \frac{L-4A}{2} \quad (\text{m})$$

$$D = D' + T \cdot \tan \frac{\alpha}{2} \quad (\text{m})$$

$$G_x = D \cdot \cos \alpha \quad (\text{m})$$

$$1 \text{ サイクルの越流幅 } W_1 = A_3 + B_3 + 2G_x \quad (\text{m})$$

$$\text{洪水吐の総越流幅 } B = \frac{Q_d}{C_d \cdot H_d^{3/2}} \quad (\text{m})$$

$$\text{サイクル数 } n = \frac{B}{W_1}$$

..... 参式(4.2.1)

ここで、 $Q_d$  : 設計洪水流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$H_d$  : 設計水頭 (速度水頭を含む越流総水頭) (m)

$C_d$  : 設計洪水時の流量係数 ( $\text{m}^{1/2}/\text{s}$ )

$A$  :  $B_1/2$  (m)

$W$  : 1 サイクルの越流幅  $W_1$  から隅角部を除いた幅

$$W = 2(B_1 + D' \cdot \cos \alpha) \quad (\text{m})$$

$L$  : 1 サイクルの越流幅  $W_1$  の範囲の隅角部を除いた堰頂長さ

$$L = 2(B_1 + D') \quad (\text{m})$$

(2) 比較的薄厚のラビリンス堰の形状と流量係数

参図-4.2.2は、ラビリンス堰の形状が前出の厚手ラビリンス堰と若干異なり、(堰厚) / (堰高) が 0.066 ~ 0.105 の比較的薄厚での流量係数である。この場合の堰形状は、参式(6.2.1)から求まる(記号は参図-4.1.1参照)。

$W/P=2\sim5$  (任意)、 $L/W=2\sim8$  (任意)、 $A/W=0.0765$ 、 $T/P=0.066\sim0.105$  (任意)、 $R/T=1/2$

現地条件から設定される堰高 $P$ と、上記 $W/P$ 、 $L/W$ 、 $A/W$ 、 $T/P$ 、 $R/T$ から $W$ 、 $L$ 、 $A$ 、 $T$ 、 $R$ が定まる。 $L/W$ について整数値以外を用いる場合は、それに合わせて参図-4.2.2の曲線から単純内挿した流量係数値を求める。

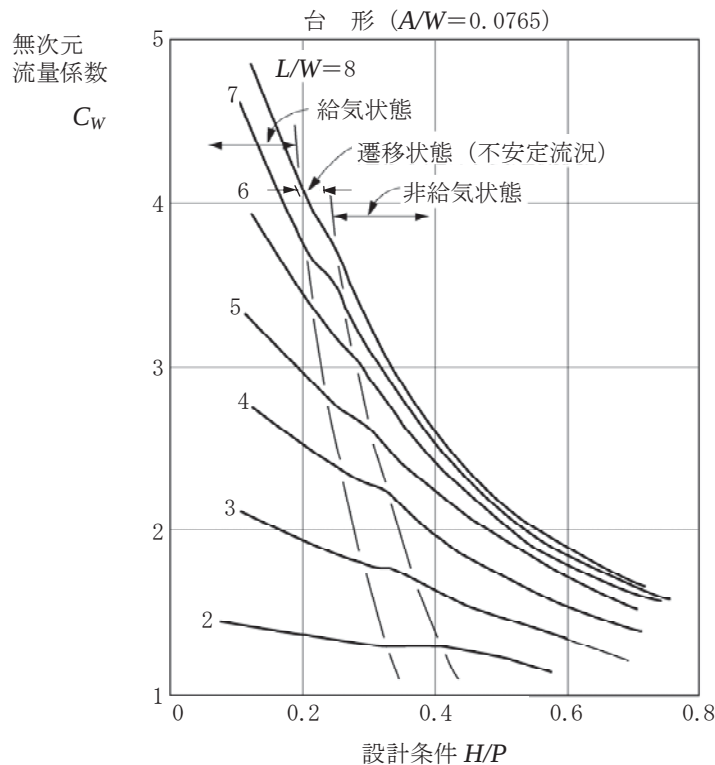
$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \cos^{-1} \frac{W-4A}{L-4A} \quad (^\circ) \\ l &= T + \frac{L-4A}{2} \cdot \sin \alpha \quad (\text{m}) \\ A_1 &= B_1 \quad (\text{m}) \\ A_3 &= A_1 - 2T \cdot \tan \frac{\alpha}{2} \quad (\text{m}) \\ D &= \frac{L-4A}{2} \quad (\text{m}) \\ D' &= D - T \cdot \tan \frac{\alpha}{2} \quad (\text{m}) \\ \text{洪水吐の総越流幅 } B &= \frac{Q_d}{C_d \cdot H_d^{3/2}} \quad (\text{m}) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots \text{参式(4.2.2)}$$

他の形状諸元の式及び記号は参式(4.2.1)と同じ。

ここで、 $W$  : 1 サイクルの越流幅  $W_1$  と同値、 $W=2(B_1+D \cdot \cos \alpha)$  (m)  
 $L$  : 1 サイクルの越流幅  $W_1$  の範囲の堰上流面の堰頂長さ、 $L=2(B_1+D)$  (m)  
 $C_d$  : 設計洪水時の流量係数 ( $\text{m}^{1/2}/\text{s}$ )  
 $C$  : 流量係数 ( $\text{m}^{1/2}/\text{s}$ )

$$C = C_w \cdot g^{0.5} \cdot \frac{\frac{W}{P}}{\frac{W}{P} + 0.1}$$

$C_w$  : 無次元の流量係数 (参図-4.2.2)  
 $g$  : 重力加速度 ( $= 9.8 \text{ m/s}^2$ )



$H$  : 越流水頭 (m),  $P$  : 堰高 (m)

$L$  : 1 サイクルの堰頂長さ (m),  $A$  : 端辺長 (m)

$W$  : 1 サイクルの越流幅 (m), (参図-4.1.1, 参式 (4.2.2) 参照)

参図-4.2.2 比較的薄厚のラビリンス堰の流量係数 (無次元値)<sup>2)</sup>

### 4.3. ラビリンス堰の設計上の留意点

ラビリンス堰の設計上の留意点は、次のとおりである。

- ① サイクル数が半端では、既存設計式、設計図表を用いた場合、放流量が正確に把握できない。サイクル数は0.5の倍数とする。
- ② 設計条件によっては不安定な越流流況となる (参図-4.2.1、参図-4.2.2 参照)。不安定流況では放流能力が不安定化する。したがって、設計水頭で不安定流況とならないように、設計条件  $H/P$ 、若しくはラビリンス堰形状を設定することが望ましい。
- ③ ナップ背面に空洞域ができるため低越流水頭では水膜振動による騒音が発生することがある。これを抑えるには、鋸刃板 (先端が鋸刃状の薄板) を堰頂下流端沿いに堰頂下流面になじみよく取付けるとよい。
- ④ 流入水路始端～ラビリンス堰末端は水平水路床とする (参図-4.2.1、参図-4.2.2 は水平水路床でのものである)。
- ⑤ ラビリンス堰では、越流幅当たりの放流量が大きいので、接近流速が速くなる。したがって、この区間が長大であると、そこでの損失水頭が増し放流能力が低下する。ラビリンス堰を貯水池側に突き伸ばし、できるだけ接近水路を短く (若しくは、なくして) 設計することが望ましい。
- ⑥ 堰下流水位が堰天端高以下ならば下流水位の流量係数への影響はない。
- ⑦ 堰下流水路からの堰上げ背水を見捨てる場合、不安定流況が生じる  $H/P$  範囲は 参図-6.2.1、参図-4.2.2 のようになる。しかし、堰上げ背水がある場合は不安定流況の  $H/P$  範囲がより小さい方向にずれる可能性がある。したがって、上記 ② との関連で注意を要す。

- ⑧ 移行部以下は標準型越流堰の場合と同様に設計する。

ただし、堰下流では限界流のまま（若しくは、射流で）放流すると交叉波が発生するので下流減勢工の減勢機能を悪化させる懸念がある。いったん、常流化してから放水路へ流下させるほうがよい（「3.4.3 洪水吐の水利設計 (3)移行部」の項を参照）。常流化させるには、移行部を十分緩勾配とするか、移行部末端にシル等を設け堰上げる。

- ⑨ 構造上問題がある場合は、堰下流面に前出 参図-4.1.1 の1/4円弧堰のように傾斜を設けてもよい。



ラビリンス堰（鉄筋コンクリート）



ラビリンス堰（鋼製ユニット）

---

#### 引用文献

1) 常住, 加藤, 中西(1998): 厚手ラビリンス堰の放流特性と効果, 平成10年度農業土木学会講演要旨集, p. 61

2) Frederick Lux III (1989): Design and Application of Labyrinth Weirs, International Symposium on Design of Hydraulic Structures (2nd), p. 210

#### 参考文献

内海他: 特殊堰形状(ラビリンス堰)を採用した権現ダム洪水吐について, ダム日本, No. 556

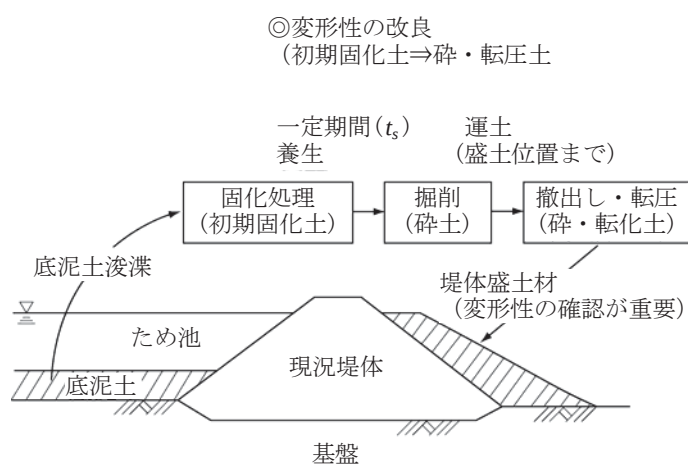
## 参考資料

### 5. コスト縮減に向けた取組み及び新技術

#### 5.1. ため池改修工事の効率化

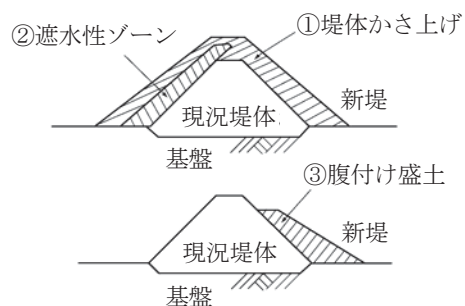
「固化処理したため池底泥土による破碎・転圧盛土工法」は、ため池に堆積した泥土に「セメント系固化材」を添加・混合し固化処理を行った後いったん破碎し、これを堤体盛土材、補強の盛土材等として有効活用する工法である。底泥土の運搬費、盛土材の購入コストが削減できる効果がある。

また、固化処理土は、ため池堤体盛土材料はもとより、ため池周辺の農道整備等の路盤・路床材にも適用される。

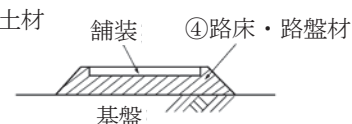


参図-5.1.1 泥土固化処理土の有効活用

#### 1. 堤体盛土材



#### 2. 道路盛土材



参図-5.1.2 砕・転圧土の用途

〔施工例〕 底泥土を固化処理し、改修するため池の堤体盛土材に利用（三重県 寺家池）

① 池内の落水



② 底泥土の掘削・搬出



③ ピット内混合（トレンチャー）



④ ピット内初期固化養生



⑤ 初期固化土の解砕〔規定の径〕  
（バケット式解砕機）



⑥ 解砕土〔盛土材〕の盛土個所への運搬（クローラダンプ）



⑦ 解砕土のまき出し、敷均し  
（バックホウ）



⑧ 解砕土の転圧〔砕・転圧盛土〕  
（ブルドーザ）



## 5.2. 環境配慮型護岸工法

### 5.2.1 工法の概要

この研究は、植物や土壌動物、水生昆虫などが生育可能である環境配慮型護岸工法を開発することにより、農村地域に広がるため池や用排水路などの農業水利施設に対して、本来の水利機能のみでなく、地域環境を保全する水辺空間としての機能や水質浄化機能を付加する。

### 5.2.2 導入効果

- (1) 水辺生態空間のネットワーク化実現と農村域の生態系保全
- (2) 農地より流出する窒素・リン酸などの水系の汚染を植生により浄化
- (3) 空隙性状調節により植生制御を行い、植生管理を低減

### 5.2.3 従来技術との比較

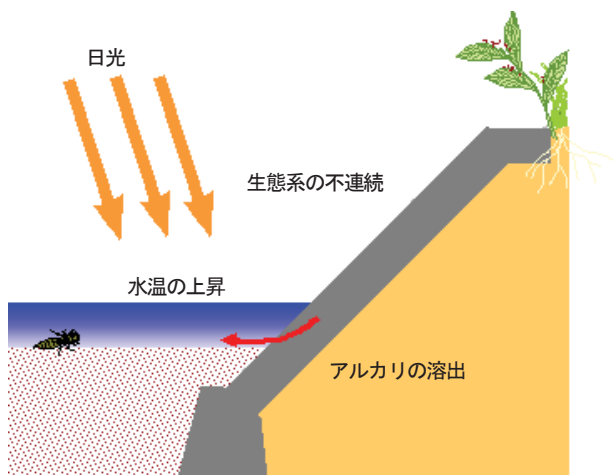
#### (1) 従来技術

従来の農業水利施設は水利機能を重視していたため、動植物の生息空間としては貧弱なものであった。近年の環境配慮の取り組みの一環として、石積みなどの従来工法の見直しや多自然化工法の採用などがあるが、施工費や管理費の増加などの課題があった。

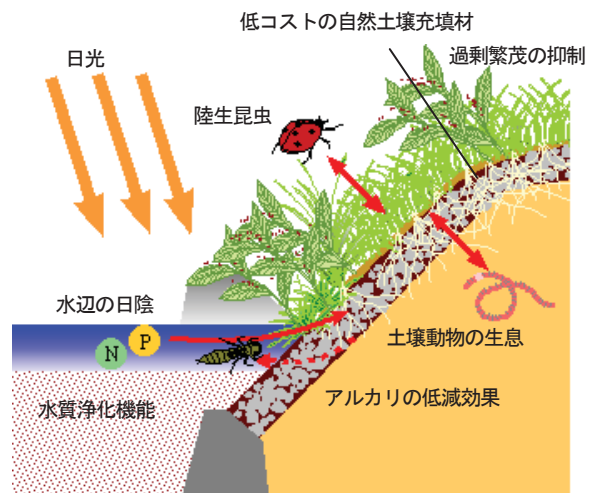
#### (2) 新技術

本工法は粒径20～40mmという大きな粗骨材を用いながらも、配合検討および施工における品質管理法・運搬法・打設法・締固め法などを検討することで、管理空隙率30%、圧縮強度10N/mm<sup>2</sup>以上を満足させていることが特徴である。この大きな粗骨材により形成される大連続空隙は、充填材として黒ボク土やロームなどの自然土壌を用いることを可能とする。主な特徴は以下のとおりである。

- ①土壌生物の生息 : 微生物の他、有機物分解に重要な役割を果たすミミズなどの土壌動物が生息。
- ②低コストの植生基盤 : 良質な自然土壌の充填により、植生基盤に必要な保肥力・保水力・通気性などを低コストで確保。また、有機物の分解による嵩減りの影響も小さい。
- ③pHの低減効果 : 粘土や腐植の持つ緩衝能により、コンクリートから溶出するアルカリを低減。
- ④水質浄化機能 : 水際の植生による水質浄化効果。
- ⑤植生管理負担低減 : 空隙の調整により植物の過剰繁茂を抑制し、管理負担を低減。
- ⑥エコトーン創出 : 水際から乾燥帯まで連続した植生を維持し、多様性のある生物生息空間を創出。



《従来のコンクリート護岸》



《環境配慮型護岸工法》

### 5.3. 気泡モルタル混入堆積土の築堤用土への有効利用

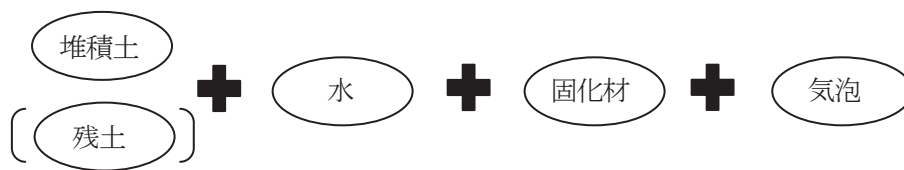
#### 5.3.1 工法の概要

本工法は、ため池内に溜まった堆積土及び改修する堤体の掘削残土を改良し、堤体のコア材料やランダム材料等に有効利用するものである。

改良土は、堆積土や掘削残土に加水し、セメント系固化材を加えて製造する。改良土の製造には現場プラントを用い、改良土はポンプにより圧送して予め設置した型枠内に打設する。硬化を待ち、この作業を繰り返して所定の断面に仕上げる。

改良土の構成を、**参図-5.3.1**に示す。

使用する土は、堆積土や残土の性質、発生土量及び築堤材の必要土量により堆積土単独、又は残土と混合して用いる。



参図-5.3.1 改良土の構成

#### 5.3.2 本工法の特徴

##### (1) 搬入土量・処分土量の削減

池内で発生する堆積土や掘削残土を用いるため、築堤材の搬入、不用土の処分量を削減することができる。

##### (2) 残土処分費の削減

そのままでは産業廃棄物扱いとなる堆積土の処分費が削減できる。

##### (3) 工事車両通行量の削減

搬入土や搬出土が減少することから、運搬車両の通行量を少なくできる。

##### (4) 築堤土荷重の軽減

用いる改良土は、改良土の安定性も考慮し、気泡を混合したものであり、単位体積重量が $10\text{kN/m}^3$ 程度の軽量土とすることができる。このため、軟弱な平野部のため池築堤土としても安心して使用できる。

##### (5) 施工性の向上

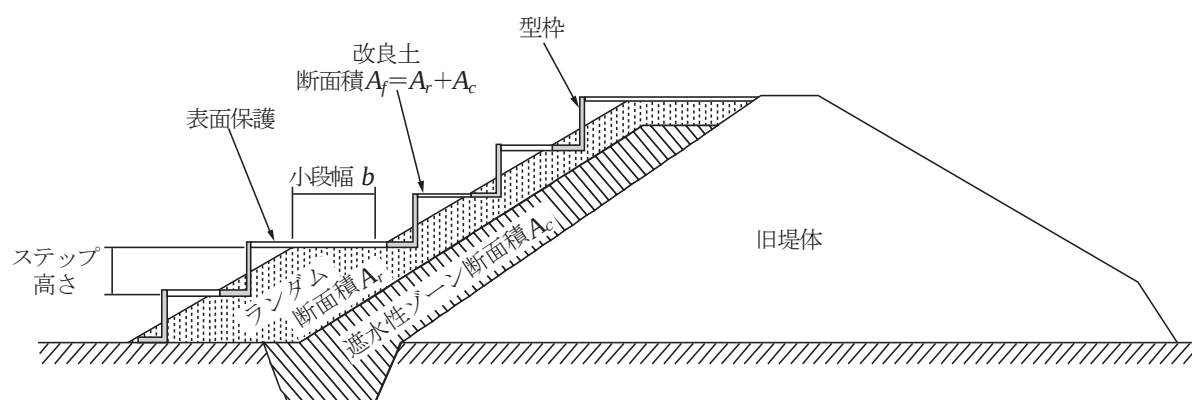
改良土は流動性を有しているので300m程度のポンプ圧送ができ、広い範囲に打設可能である。また、自硬性を有し、型枠内に流し込むだけでよいことから、一般築堤材では慎重な施工が求められる締固め工程が不要であり、短期間に大量の打設が可能である。

##### (6) 品質の安定

改良土は現場プラントで製造するため、品質管理が容易で安定した品質の改良土が得られる。

##### (7) 長期安定性

本工法による改良土の安定性の確認は、現在まで2年間にわたって行われているが、室内試験の結果を合わせて考えると、適切に施工された改良土は長期安定性が確保できると考えられる。



参図-5.3.2 試験施工断面図

### 5.3.3 適用の範囲

本工法は、ため池の改修工事において、ため池内の堆積土及び掘削残土を有効利用する工事に適用し、対象は堤高10m以内のため池とする。

堆積土の自然含水比は、当面200%以下の場合とする。また、遮水目的で使用する場合は、改良土に細粒分（75 $\mu$ m以下の粒子）が60%以上含まれるようにする。掘削残土を用いる場合には、泥水調整段階で大きな砂礫分を取り除く必要がある。なお、改良土の強度発現が阻害されない範囲として、堆積土及び掘削残土を合わせた原料土の強熱減量は12%以下であることが望ましい。

参表-5.3.1 適用の範囲

| 項 目                  | 適用範囲          |
|----------------------|---------------|
| 自然含水比                | $\leq 200 \%$ |
| 細粒分含有率（75 $\mu$ m以下） | $\geq 60 \%$  |
| 強熱減量（有機質含有量）         | $\geq 12 \%$  |



#### ①粉体混合土

現在試みられている方法。  
改良・運搬手間がかかり、締固めも必要。

#### ②流動化処理土

加水して流動性を持たせることで施工性の向上を図る。  
プラントで製造、連続打設可能。

#### ③気泡堆積土

加水して流動性を持たせた上に気泡を混入することで軽量化し、荷重の軽減を図るとともに改良土の容積の増加による経済性の向上を図る。  
プラントで製造、連続打設可能。

④気泡混合土

気泡堆積土と同様であるが、改良時に発生する掘削残土を堆積土と混合して原料土とすることでリサイクル幅の拡大を図る。

参図-5.3.3 改良土の種類

参表-5.3.2 改良土の特徴

| 種 類    | 製 造 方 法                                      | 長 所                                                                                                                                                              |
|--------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 粉体混合土  | セメント系固化材を散布・固化後、7日後に解きほぐして再度整形・固化したもの。       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・乾湿の繰り返しに対する耐久性が高い。</li> <li>・変形に対する追従性が高い。</li> </ul>                                                                    |
| 流動化処理土 | 堆積土に加水して流動性を高めた後に、セメント系固化材を混合したもの。           | <ul style="list-style-type: none"> <li>・堆積土、残土をより多量に使用することが可能。</li> </ul>                                                                                        |
| 気泡堆積土  | 堆積土に加水して流動性を高めた後に、セメント系固化材及び気泡を混合したもの。       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・気泡の効果により水量を低減でき、温度ひび割れや沈下が抑制される。</li> <li>・自重の低減が可能。</li> <li>・堆積土が少ない場合に改良土の体積を確保できる。</li> </ul>                        |
| 気泡混合土  | 堆積土及び掘削残土に加水して流動性を高めた後に、セメント系固化材及び気泡を混合したもの。 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・気泡の効果により水量を低減でき、温度ひび割れや沈下が抑制される。</li> <li>・自重の低減が可能。</li> <li>・堆積土が少ない場合に改良土の体積を確保できる。</li> <li>・残土を含めた利用を考慮。</li> </ul> |

① 掘削完了（打設前）



② 固化処理土の製造



製造プラント



製造状況

③ 型枠設置



④ 固化処理土打設



⑤ 施工完了

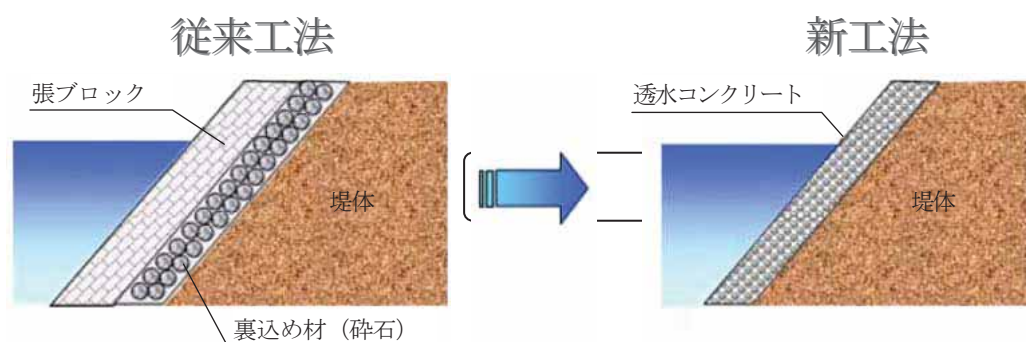


参図-5.3.4

#### 5.4. 現場打ち透水性コンクリート打設工法

現場打ち透水性コンクリート打設工法は、堤体上流法面保護工として、従来から一般的に使用されている張ブロックの代わりに、保護する堤体の粒度に合わせてコンクリートの骨材の粒度を調整し打設するものである。

コンクリート自身にフィルタ効果を持たせるため、パイピング抵抗性を有しながら透水機能を確保できる特徴がある。



① 法面整形完了



② 透水コンクリート打設



③ 完 成



参図-5.4.1

## 参考資料

### 6. 環境との調和に配慮した施工事例

#### 6.1. 鳥類、魚類の生息環境への配慮

改修したため池に、間伐材や自然石を用いた浮島や中の島を設けることにより、水鳥の避難場所や魚類の産卵・休憩場所を確保。



浮島



中の島

#### 6.2. 水生動植物の保全と観察路

水位を維持できるため池の浅瀬付近に、間伐材や自然石を用いた護岸を設けることにより、水生植物の保全や魚類、水生昆虫の産卵・休憩場所を確保。

また、間伐材を用いた自然観察路を設けることにより、親水性や周辺環境との調和に配慮。



#### 6.3. 波浪浸食を受けた護岸の修復

粗朶、竹、ヤシ繊維などの自然素材を用いた護岸の修復を行うことにより、水鳥の避難場所や魚類、水生昆虫の産卵・休憩場所など水生生物の生息・生育空間を確保。



#### 6.4. 生態系と安全面に配慮した護岸

表面に凹凸のある粗い多孔質な護岸を用いることにより、小動物の生息・生育空間を確保。

また、人が誤って転落した場合に、容易にはい上がれる安全面にも配慮。



#### 6.5. 景観に配慮した護岸

自然石を用いた護岸を設けることにより、変化に富む護岸を形成し、周辺**景観**との調和に配慮。



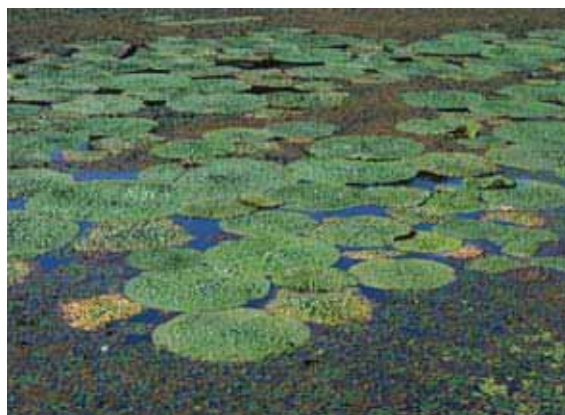
#### 6.6. 自然材料を活用した安全施設

地域で発生する間伐材を用いた安全施設を設けることにより、地域振興を図り、周辺環境や景観との調和に配慮。



### 6.7. 希少な動植物の保護

生息・自生する希少な動植物について、工事期間中の避難・移植を実施し、竣工後に再度移植することにより、生態系の保全に配慮。



オニバスの保全

### 6.8. 景観に配慮した舗装

周辺道路の舗装に緑化ブロックを用いることにより、周辺景観との調和に配慮。



### 6.9. 堤体下流法面の自生植物の保全

堤体下流法面に自生している植物の種子を事前に確保、育苗し、改修後に植え付けることにより、自生植物の回復を図り、自然環境や生態系の保全に配慮。



種子採取



植え付け

注) なお、「環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の技術指針」（平成27年3月改訂）にも環境配慮施工事例が掲載されており、参考とされたい。

## 参考資料

# 7. ため池防災データベースと防災面への応用

### 7.1. はじめに

近年、ため池周辺の開発が進んだことで、ため池下流域では、地震によりため池に被害が発生し、決壊等が生じた場合の二次災害が懸念されている。

日本では貯水容量が1,000 m<sup>3</sup> 以上のため池だけでも10 万カ所以上あり、現存する狭山池（大阪府狭山市）でも、天平14(742)年に生じた地震の痕跡が堤体に見られるように、過去の地震で度々災害を受けている。

ため池の災害の主な原因としては、豪雨、地震が挙げられるが、特に1995年に発生した兵庫県南部地震では、1,300カ所以上のため池が被害を受けたことから、ため池に関する情報のデータベース化の必要性が指摘された。このため、兵庫県南部地震での震災を契機に、ため池の自然災害低減を目的として、それまで開発されていたデータベースを基に活断層情報等の既存情報の取込み、画像情報への対応を行い、農林水産省防災課が(財)日本農業土木総合研究所と共同して平成7年度に「ため池防災データベース」を構築した。

本システムは、東京都、神奈川県を除く45道府県に配置され実用に供されているが、平成10年度にはWindows 98対応とし、地図の高度化、検索機能の評価、登録項目の追加等のバージョンアップを行った。以下に、データベースの内容とその防災面への応用について述べる。

なお、本データベースは、現在その内容について見直しを検討しているところである。

### 7.2. データベースの内容

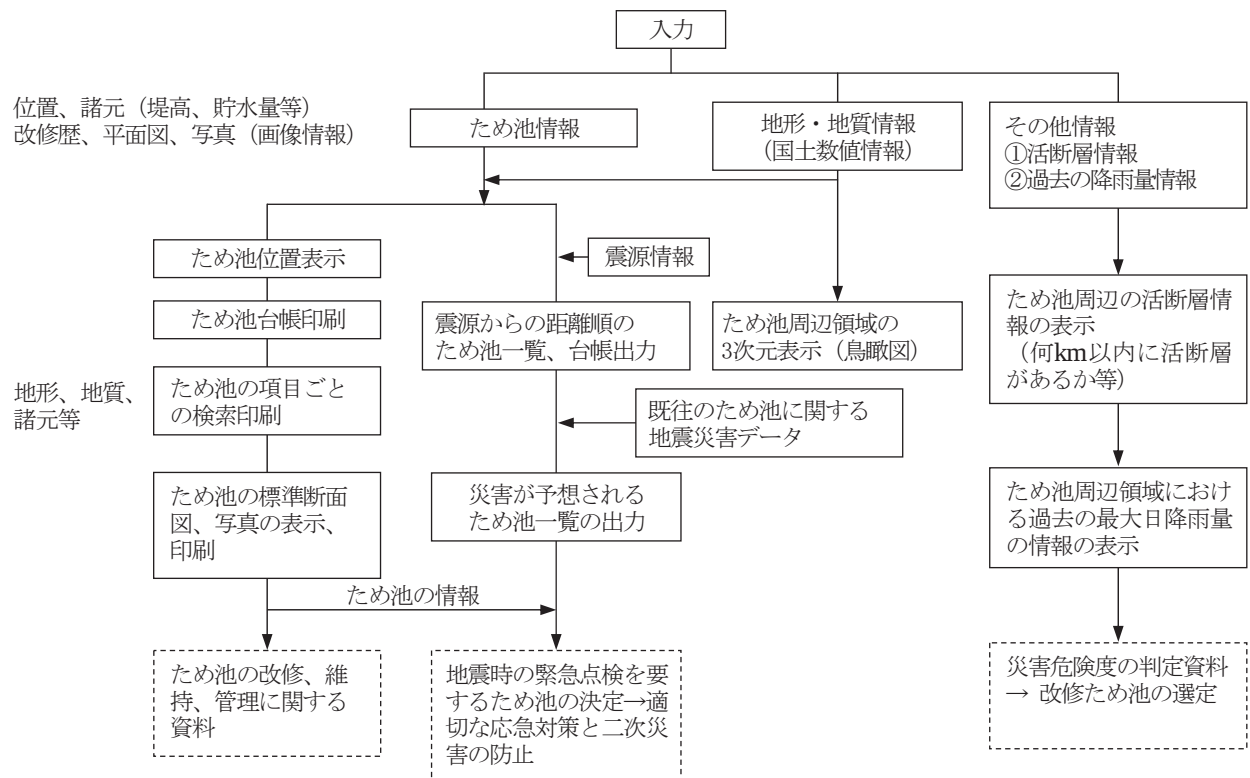
データベースの概要は、[参図-7.2.1](#)に示すもので、目的は大きく分けて次のとおりである。

- (1) 日常のため池の改修、維持、管理に関する資料の提供
- (2) 地震時に、緊急点検を要するため池のリストアップ、そのため池に関する情報の提供及びため池までの地図上での経路案内
- (3) 個々のため池の災害危険度を判定し、改修ため池の選定情報の提供

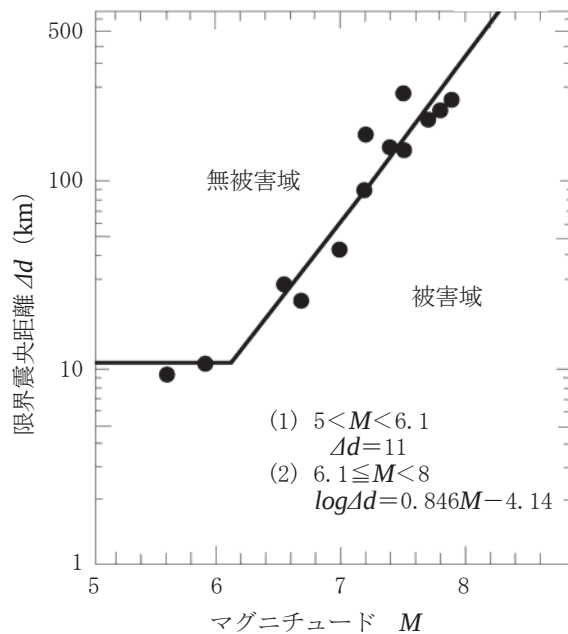
データベースの内容は、①個々のため池に関する情報、②地震関連情報、③既存の汎用情報(活断層情報、アメダス情報、公共施設位置)、④詳細道路地図等から構成されている。ため池に関する情報では、堤高・貯水量等の文字情報と図面・写真等の画像情報がデータベース化されている。

地震関連情報は、データベースの主な目的である地震時のため池防災に関するもので、地震があった時には、震源及びマグニチュードのデータを入力することにより、震央からの距離順のため池及び堤高・位置等の情報が表示・出力される。これにより地震時に点検を要するため池のリストアップ、これらのため池のデータ、位置等の情報が短時間に分かり、さらにため池の位置が6250分の1以上の地図に表示された画像情報からその位置を知ることができる。

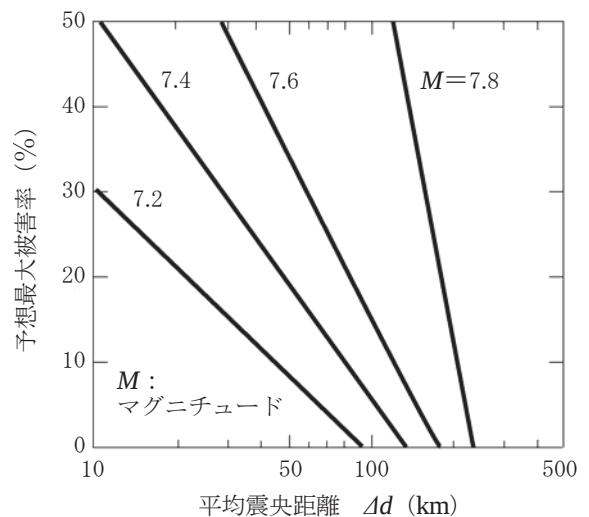
また、過去のため池に関する地震被害のデータから、地震によってため池に災害が発生すると予測される範囲は[参図-7.2.2](#)に示すものであり、地震規模と震央が決まれば、このデータから災害が予想されるため池の範囲とその一覧、及び[参図-7.2.3](#)に示すように、震央距離による市町村別のため池の予想被害率が出力される。



参図-7.2.1 「ため池防災データベース」の概要



参図-7.2.2 ため池に被害が発生する範囲の予測



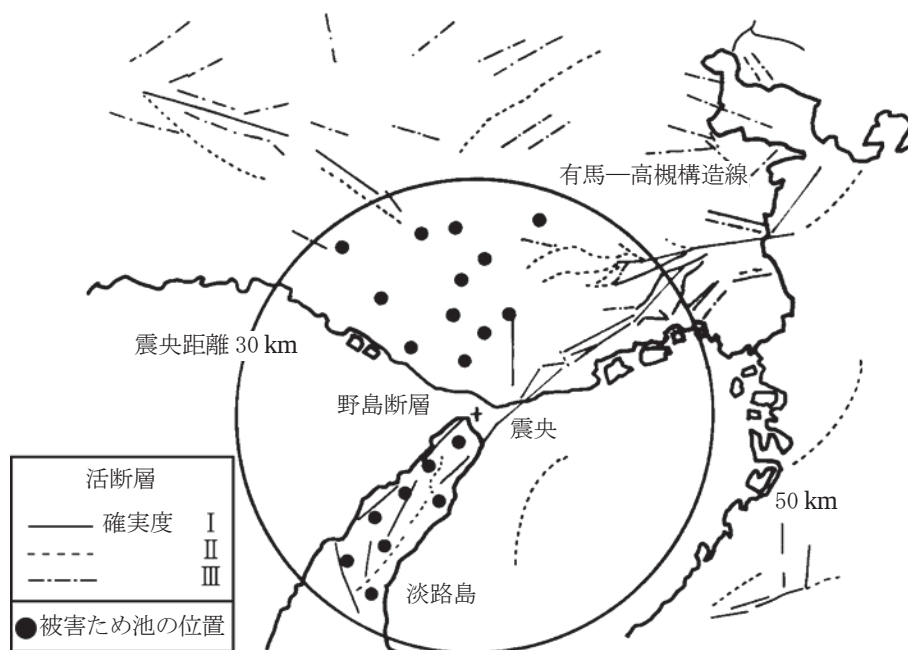
参図-7.2.3 地震規模（マグニチュード）に応じた地区別のため池被災率予測

平成 16 年現在では、データの関係から地盤の種類による被害率への影響を考慮できていないため、被災率としては大きめに見積もった結果となっているが、今後のデータ蓄積により、より精度の高い情報を提供できるものと考えられる。

既存の汎用情報としては、国土地理院によって作成された数値地図情報の一部、(株)パイオニアインクリメントの Map DK III の地図と、日本の活断層（東大出版会）のデータ及び過去のアメダス情報が入力されている。

活断層検索については、活断層の確実度・活動度の条件及び活断層からため池までの距離を与えることにより、この条件に妥当するため池を抽出することができる。活断層と土木構造物の被災の関係については議論のあるところであるが、ため池の地震被害の調査から、活断層から 1 km 以内ではそれ以上に比べ被災率が高い傾向があることがわかっている。このため、ため池を改修・強化するとき等に対象となるため池の抽出等に活用できると考えられる。

参図-7.2.4 は、データベースの表示例で、ため池の位置と活断層等を示したものである。



参図-7.2.4 「ため池防災データベース」の表示例（ため池の位置、活断層の位置等）

### 7.3. 「ため池防災データベース」の適用性について

平成 8 年 8 月に発生した宮城県北部地震は、マグニチュードが 5.9 の比較的小規模な内陸型地震であった。防災研究所の「K-NET」によると、鳴子町で 464 gal、新庄市で 96 gal の最大加速度が記録されており、狭い範囲に大きな地震動が発生した。本地震はデータベースを構築してからの初めての地震であった。この地震での「ため池防災データベース」の適用性について、以下に述べる。

参表-7.3.1 を見ると、平成 8 年 8 月 11 日 3 時に発生した地震での災害が予想されたため池の震央距離順のリストでは、6 つのため池のうち、5 つのため池が被災している。今後、他の地震でも検討していく必要があるが、この事例に限っては有効性が確認できた。

参表-7.3.1 宮城県北部地震における被害予測例

発生日時：平成8年8月11日3時12分22秒  
 震央位置〔北緯〕38度54分28秒〔東経〕140度38分14秒 距離：20km  
 マグニチュード：5.9 限界震央距離：6km

| 番号 | ため池名 | 所在地    | 予測 | 被災の有無 | 北緯          | 東経           | 震央距離 |
|----|------|--------|----|-------|-------------|--------------|------|
| ①  | 大森平  | 宮城県鳴子町 | 有  | 有     | 38° 51′ 00″ | 140° 38′ 30″ | 6.4  |
| ②  | 田野溜  | 宮城県鳴子町 | 有  | 有     | 38° 49′ 10″ | 140° 37′ 10″ | 9.9  |
| ③  | 田野1号 | 宮城県鳴子町 | 有  | 有     | 38° 48′ 18″ | 140° 38′ 27″ | 11.0 |
| ④  | 田野2号 | 宮城県鳴子町 | 有  | 有     | 38° 48′ 30″ | 140° 38′ 30″ | 11.2 |
| ⑤  | 田野沢  | 宮城県鳴子町 | 有  | 無     | 38° 48′ 40″ | 140° 37′ 10″ | 10.8 |
| ⑥  | 立小路  | 山形県最上町 | 無  | 有     | 38° 45′ 13″ | 140° 33′ 27″ | 16.0 |

1995年に発生した兵庫県南部地震では、多くの農業用施設、特にため池に大きな被害が発生した。

全国に10万カ所以上あるため池には、住宅に近接しているため池も多く、災害時に、個々のため池に関する情報の提供や被害の可能性のあるため池のリストアップ等を行い、これらを活用して、新たな二次災害を防ぐことが重要となっている。

このため、ため池防災データベースの構築を行ったものであるが、平成16年現在、貯水容量1000m<sup>3</sup>以上のため池を対象として、7万カ所のデータが入力されている。

今後は、日常のため池管理及び地震時の点検等への本データベースの活用を促進するとともに、耐震強化の必要なため池の抽出等データベース機能の充実を図っていくことが必要となっている。

#### 参考文献

- 谷・播磨・山田・牛窪：ため池データベースの開発とその防災面への応用，情報地質，7-4（1996）  
 （財）日本農業土木総合研究所：「ため池防災データベース」操作マニュアル（1999）

## 参考資料

# 8. ため池盛土斜面の簡易な強度調査方法 (原位置せん断試験)

### (1) 簡易な強度調査法（原位置せん断試験）について

原位置せん断試験に関する既往の研究では、①軽量のサウンディング試験機に特殊なせん断刃付きバルーンを装着し、小径の孔内で回転せん断試験を行うことにより、簡便に原位置で盛土斜面の強度定数を求める「孔内回転せん断試験」<sup>1)</sup>、<sup>2)</sup>や②ボーリング孔を用いて孔壁を鉛直方向にせん断する「原位置せん断摩擦試験」<sup>3)</sup>等の手法が提案されている。

なお、試験方法を採用するに当たっては、個々のため池において土質、現場条件、経済性、各試験の供給体制等を検討し、試験方法を決定する必要がある。

### (2) 原位置せん断試験の概要

#### ① 孔内回転せん断試験

はじめに、通常のスウェーデンサウンディング試験を行って、換算  $N$  値を求める。次に、試験孔を開け、せん断刃付きのバルーンを挿入し、バルーンに内水圧を負荷する。地上部の回転モーターでロッドを一定速度で回転させ、孔壁に拘束圧をかけた状態で地盤を回転せん断する。

#### ② 原位置せん断摩擦試験

原位置せん断試験の一種で、自然地盤の応力を緩めることなくセルフボーリングで掘削し、そのボーリング孔を利用して測定管の膨張による壁面への垂直応力と、膨張した測定管をジャッキで引き上げる際のせん断強度により、地盤の強度と変形特性を一体的に測定する試験法である。

---

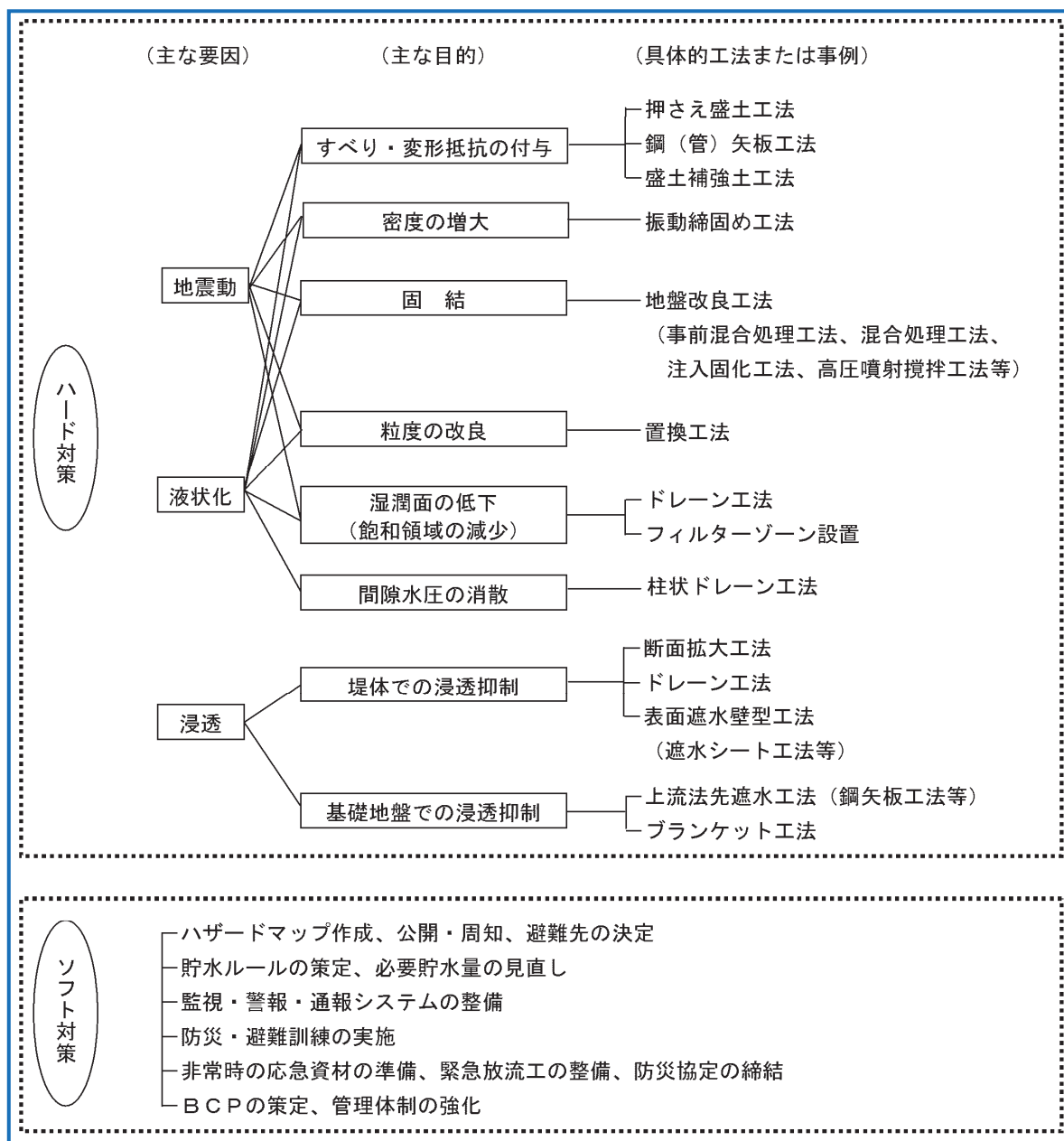
#### 参考文献

- 1) サウンディング試験孔を用いた盛土斜面の原位置孔内回転せん断試験—模型実験による検証とため池堤体での適用—：地盤工学ジャーナル, Vol.9, No.3, 443-455  
URL : [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jgs/9/3/9\\_443/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jgs/9/3/9_443/_pdf)
- 2) ため池等の盛土斜面の簡易な強度調査方法（原位置孔内回転せん断試験）：（独）農研機構農村工学研究所  
URL : [http://www.naro.affrc.go.jp/nkk/introduction/files/d\\_sendan.pdf](http://www.naro.affrc.go.jp/nkk/introduction/files/d_sendan.pdf)
- 3) 原位置せん断摩擦試験（SBIFT）の調査事例：（一財）全国地質調査業協会連合会「技術フォーラム2009 松江」  
URL : <http://www.web-gis.jp/e-Forum/2009/132.pdf>

## 参考資料

## 9. 耐震対策工

ため池に適用可能な耐震対策工の一覧を参図-9.1に、ため池における主要な耐震対策工を参表-9.1に示す。



参図-9.1 耐震対策工の一覧

参表-9.1 ため池における主要な耐震対策工

| 工 法 名 | 略 図 (例)                                                                               | 概 要                                    | 特 性                                                                                                           | 備 考                 |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 押さえ盛土 |    | 盛土の安定を図るために、法面先端の外側に置く低い盛土。            | すべり破壊に対する対策工として、用地の制約を受けない場合では最も安価で確実性が高い工法である。                                                               | ため池における最も一般的な耐震対策工。 |
| 地盤改良  |    | 盛土・地盤の強度・安定性を高めるために、地盤に人工的な改良を加える工法。   | 改良工法には、置換（掘削再盛土）工法、混合処理工法、注入固化工法などがある。押さえ盛土と比較すると高価であり、用地の制約を受けるなど、押さえ盛土が適用できない場合に検討される。                      |                     |
| 盛土補強土 |    | 盛土・地盤の強度・安定性を高めるために、土以外の補強材を土中に設置する工法。 | 補強材としては、帯鋼、鉄筋、ジオテキスタイルなどがある。押さえ盛土と比較すると高価であり、用地の制約を受けるなど、押さえ盛土が適用できない場合に検討される。なお、補強材に沿った水みちが発生しないよう注意する必要がある。 |                     |
| ドレーン  |   | 堤体からの浸透水を、安全に堤外へ排水するための施設。             | ドレーンには、下流法先ドレーン、水平ドレーン、立上りドレーンなどがある。浸透破壊に対する対策工として、一般的な工法である。                                                 | 3.3.4 (8) ドレーン参照    |
| 全面改修  |  | 旧堤を掘削・除去した後、新たに盛り立てる工法。                | 現行基準に合致した仕様に改修できるとともに、対策工を組み合わせて適用できるため自由度が高く、確実性も高い。しかし、大規模な改修となり、工費も高い。                                     |                     |

参図-9.1に示す耐震対策工のうち、液状化防止対策に用いる主要な対策工法について、留意点を以下に示す。

なお、工法の採用に当たっては、適用性、効果、信頼性、施工性、経済性等を総合的に検討して決定する必要がある。

置換工法・・・・・・・・・・液状化の可能性のある地盤や堤体盛土を、液状化しない材料（砕石や、セメント等の安定剤を混合攪拌した土砂等）で置換する。

振動締固め工法・・・・・・・・SCP（サンドコンパクションパイル）工法や低振動締固め工法により、砂・礫等を地盤に圧入し、同時に周辺地盤を締固める。施工規模の大きい場合、一般的に安価で実績も多い。

ドレーン工法・・・・・・・・堤体下流側にドレーンを設置して浸透水排水を促進させて、地震時の過剰間隙水圧の消散を図る。有効な工法である。

地盤改良工法・・・・・・・・深層混合、高圧噴射攪拌、注入固化工法等により主にセメント系固化材を注入、又は攪拌して地盤を必要強度に固化するものであり、コストは一般に高いが、効果は大きい。既設構造物の対策に有効。

鋼（管）矢板工法・・・・・・・・鋼矢板、鋼管矢板で、必要範囲を囲い込むように打設すると効果が高い。鋼管杭の場合、過剰間隙水圧の消散を図ることができる。側方流動、変化に対しても効果が期待できる。既設構造物の対策に有効。

その他、ジオグリッド敷設工法が有効な場合がある。