

# ため池の基礎知識(2)



令和4年1月19日

# まえがき

農業用ため池の数は、全国で約16万ヶ所といわれ、農業用水確保、洪水調節、等の重要な役割を担っています。

本研修資料は、**事例(写真・模式図)**をもとに老朽ため池の現状と設計・施工時の留意点についての**初歩的な理解**を深めていただくことを目的としています。

株式会社日設コンサルタント 伊藤純仁 : 技術士(総合技術監理部門・農業部門農業土木)



狭山池（大阪狭山市：現存する日本最古のため池）



昔の築堤の様子



千本搦き



版築工法（九州国立博物館）

水城（664年築堤：福岡県太宰府市）は版築工法で築かれています。粘土を何層にも分けて築堤します。

## レジュメ（要約）

1. 堤体設計の考え方

2. 核施設の考え方

3. 施工管理における留意点

4. 新工法

# 目次

	頁		頁
1. 堤体設計の考え方		・ 土砂吐の基礎処理&底樋接合部	46
・ 設計検討の要点	4	・ 底樋部に不同沈下が発生した事例	51
・ 設計指針	5	・ 張ブロックの事例	53
・ 堤体用語	8	・ 地盤改良を必要とする仮設道路	56
・ 堤体改修工法の考え方	10	3. 施工監理における留意点	
・ 地質図判断	11	・ 刃金部と段切部が離れている場合	58
・ 色粉調査	13	・ ゲート設置の場合	59
・ 現況を読む	14	・ スtockパイル	60
・ 底樋管設置	27	・ 粘性土混合機械	61
・ 底樋開削部の土質選定	28	4. 新工法	
・ 斜樋・土砂吐部のみの改修対策	29	・ ハザードマップ作成における氾濫解析	62
・ 堤泥改良工法	30	・ 電気探査調査	63
・ 堤体腹付け	35	・ 底樋カメラ調査	65
・ 階段工の手摺り	36	・ 底樋管更生	66
2. 各施設の考え方		・ 水質浄化装置	67
・ 各施設設計における留意点	37	・ ため池水位遠隔監視システム	68
・ 洪水吐設置位置変更による漏水事例	38	・ 池面を利用した太陽光発電	69
・ 盛土上の洪水吐水路の不同沈下	39	・ 薄層段切り工法	70
・ 堤体袖部巻込み事例	41	・ 鉛直遮水工法	72
・ 池底掘削が砂礫層まで達した事例	44		

# 1. 堤体設計の考え方（設計検討の要点）

---

本研修会における堤体設計の要旨は以下のとおりです。

① 現況の形状には意味がある

② 重要構造物は地山に設置する

③ 粘性土（盛土）は圧密する（沈下する）

④ 境目に留意する（パイピングの発生）

本研修会は事例に学ぶことによって、詳細な設計基準を解説するのではなく、ため池全般における知識や現状判断のヒントをため池初心者の方にアドバイスするものです。

# 1. 堤体設計の考え方 (設計指針)

現在、老朽ため池の設計において用いる基準は、土地改良事業設計指針「ため池整備」平成27年5月 公益社団法人農業農村工学会 です。

基準は次頁に示すような変遷を遂げています。

また、堤高15m以上のダムにおいては、土地改良事業計画設計基準 設計「ダム」フィルダム編 平成15年4月 農林水産省農村振興局 を用います。

あと、参考となる基準は国営事業や各県独自の設計指針があり、地域に即した設計を行う必要があります。

## 土地改良事業設計指針

- 「ため池整備」
- 平成27年5月
- 公益社団法人農業農村工学会

## 土地改良事業計画設計基準

- 設計「ダム」フィルダム編
- 平成15年4月
- 農林水産省農村振興局

## 南周防農地整備事業

- ため池改修設計基準(案)
- 平成24年12月
- 南周防農地整備事業所

## 老朽ため池整備工事の設計指針

- 平成27年6月
- 愛媛県農地整備課



## ため池整備事業実施基準(福岡県版)

- 平成30年10月
- 福岡県農林水産部

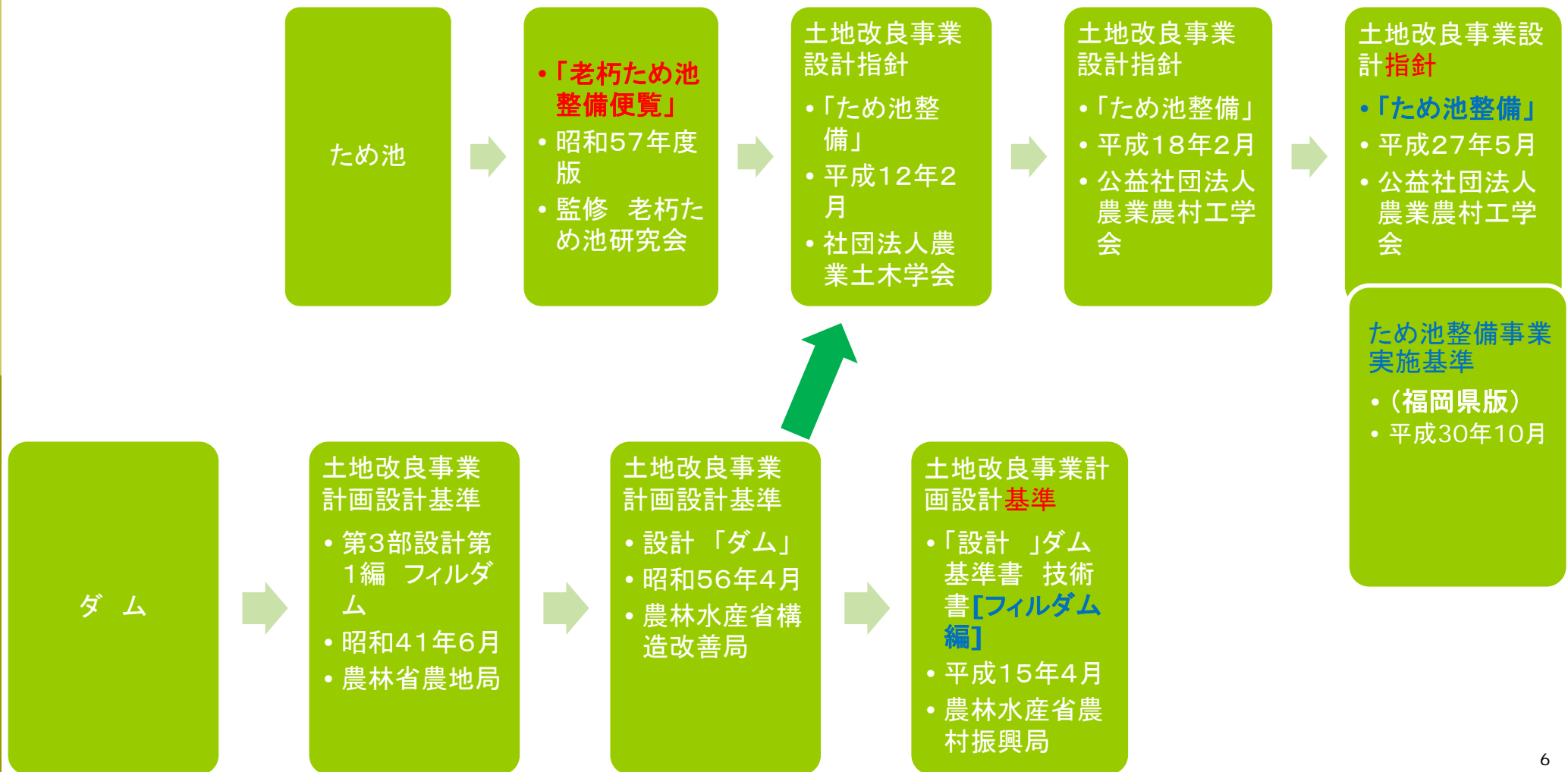
## その他 各県独自の設計指針

# 1. 堤体設計の考え方 (設計指針：変遷)

堤高15m以下のため池の基準書は、「老朽ため池整備便覧」昭和57年度版 が初版である。

その後、「老朽ため池整備便覧」と土地改良事業計画設計基準 設計「ダム」昭和56年4月 とを基礎に整備されたのが、その後の土地改良事業設計指針「ため池整備」です。

「ため池整備」はその後、2回内容の変更が行われ現在に至っています。



# 1. 堤体設計の考え方 (設計指針：模式図)

設計指針の中には模式図が多用されていますが、これらはポンチ絵ではなく、十分に考慮されたものと考えます。

例えば、図-3.5.1、図-3.5.2の取水施設参考例では土砂吐・取水塔と刃金土の位置関係を的確（構造物を盛土の上に設置しない）に示しています。

設計に関して設計指針の図を理解されることが必要だと思います。

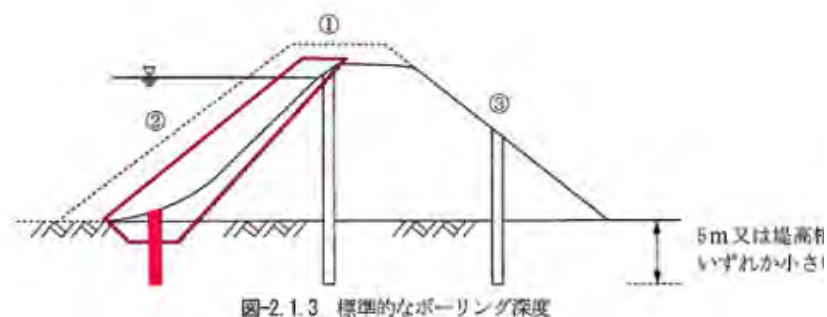


図-2.1.3 標準的なボーリング深度

設計指針 p.12 参照

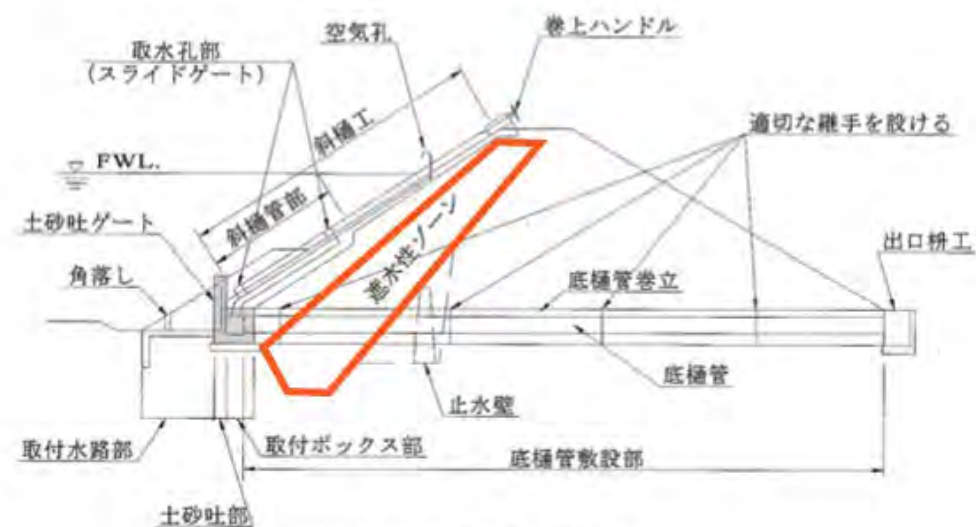


図-3.5.1 取水施設参考例 (斜樋型式)

設計指針 p.105 参照

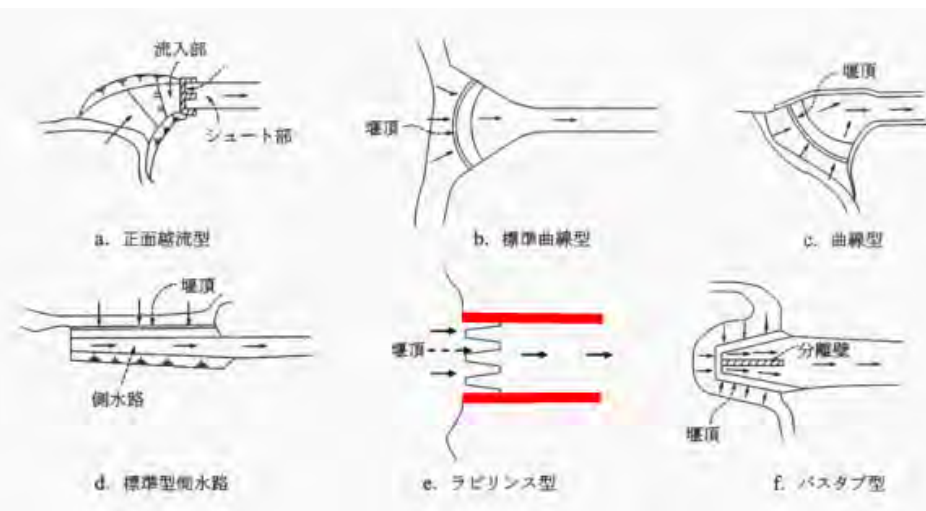


図-3.5.2 取水塔参考例 (塔型型式)

設計指針 p.105 参照

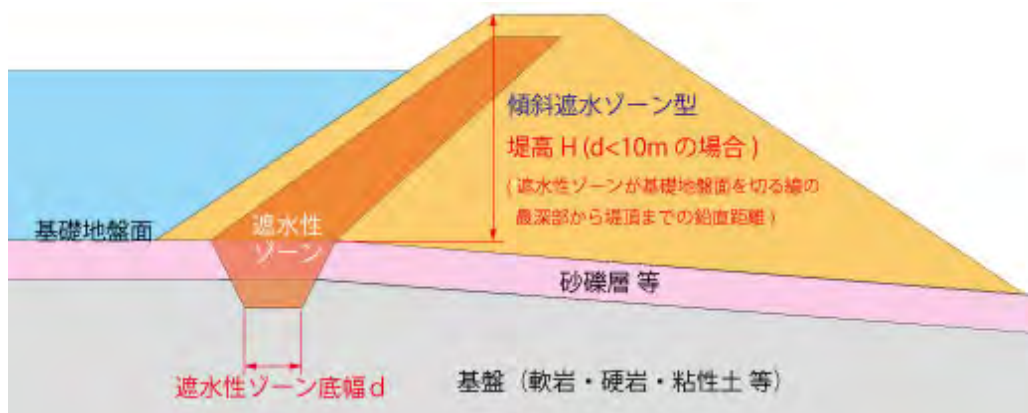
設計指針 p.64 参照

# 1. 堤体設計の考え方 (堤体用語 : 堤高・堤長)

## 堤高の定義

## 堤長の定義

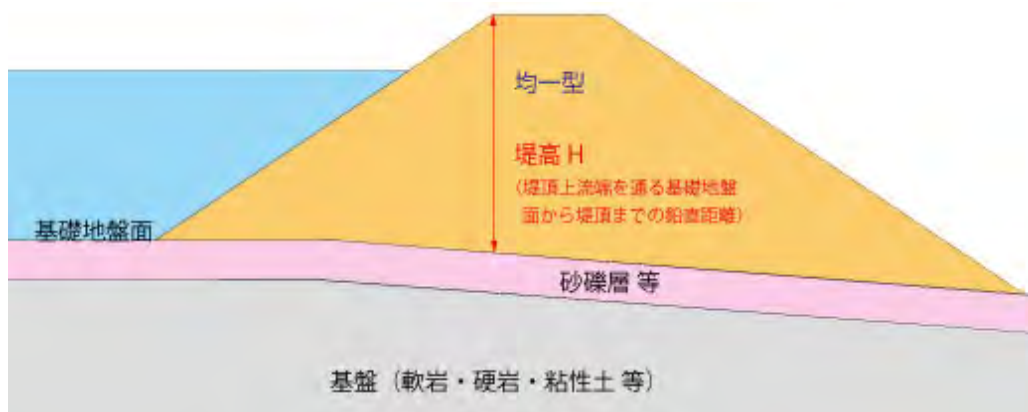
傾斜遮水ゾーン型の場合



洪水吐が地山設置の場合



均一型の場合



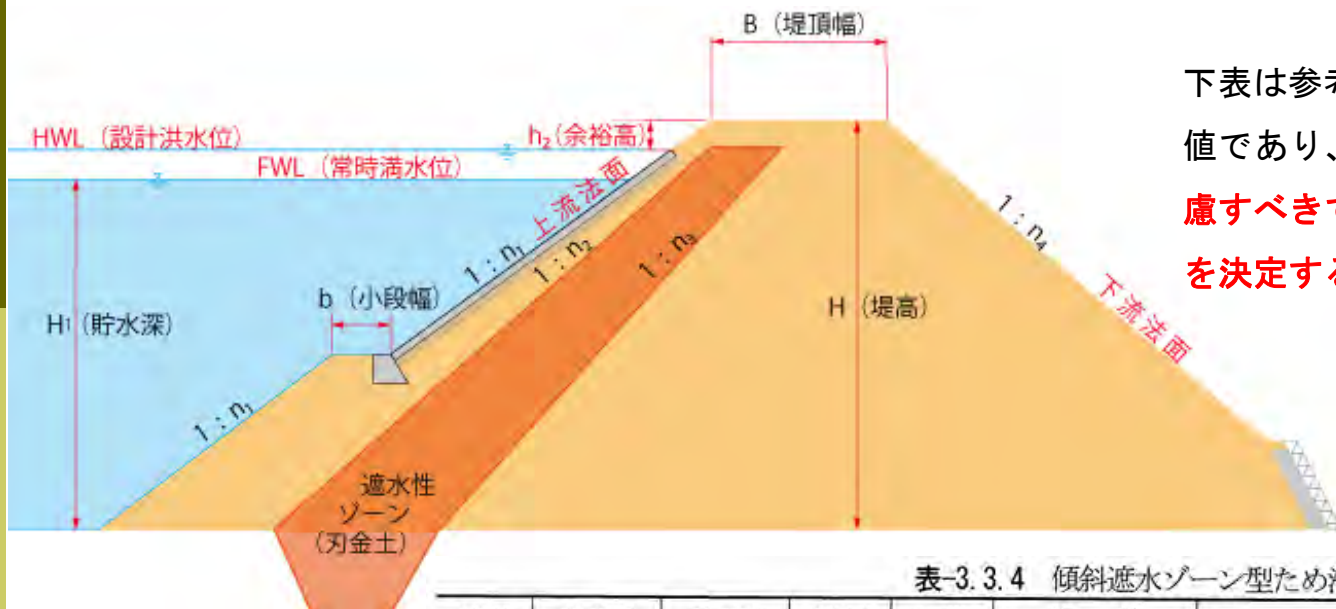
洪水吐が堤体設置の場合



「ため池整備」H27.5 p.41 参照



# 1. 堤体設計の考え方 (堤体用語 : 堤頂幅・貯水深 他)



下表は参考寸法表とうたっているようにあくまでも参考値であり、**現況の数値（堤頂幅、上下流法勾配等）を考慮すべきであり、最終的には堤体の安定計算にて各諸元を決定する必要がある。**

- h2** : 余裕高 (堤頂と設計洪水水位との標高差)
- HWL** : 設計洪水水位 (設計洪水量流下時の水位)
- FWL** : 常時満水位 (非洪水時の最高水位)

表-3.3.4 傾斜遮水性ゾーン型ため池の参考寸法表

堤高 $H$ (m)	貯水深 $H_1$ (m)	計画越流水深 $h_1$ (m)	余裕高 $h_2$ (m)	堤頂幅 $B$ (m)	前法								後法 勾配 $n_2$ (割)
					勾配 $n_1$ (割)	小段幅 $b$ (m) <sup>注2)</sup>	堤頂からの距離 $h_3$ (m)	天端幅 $d_1$ (m)	前法からの距離 $d_4$ (m)	遮水性ゾーン 下端幅 $d_2$ (m)	床掘り下幅 $d_3$ (m)	床掘り深さ $h_4$ (m) <sup>注1)</sup>	
5	3.3	0.3	1.0	3.0	1.5	0	0.3	1.5	1.5			1.1	1.5
		0.5	1.2		1.8	1.5	0.5	1.8				1.3	1.8
10	7.8	0.8	1.4	4.0	1.8	1.5	0.5 以上	1.8	1.5			1.3	1.8
					2.1							2.4	2.1
15	12.2	1.2	1.6	5.0	2.1	2.0	0.5 以上	2.4	1.5			2.1	2.1
					3.0							3.5	3.2
摘要	堤高から仮定	地質条件や 洪水量に応 じて決定。	式 (3.3.5)、 (3.3.6) による。	式 (3.3.7) による。	1.5~ 3割	小段を設 ける場合 は最小1 m	0.3m 以上	1.5~ 3.5 m	1.5 m 以上	$n_2 =$ $n_1 - 0.1$ $n_3 =$ $n_2 - 0.2$ より算定	$d_3 \geq$ $1/2d_2$	基礎地盤の 土質の状況 による。 数値は参考	1.5~ 2.5割

※ 現場条件によってはドレーンの施工を検討する。

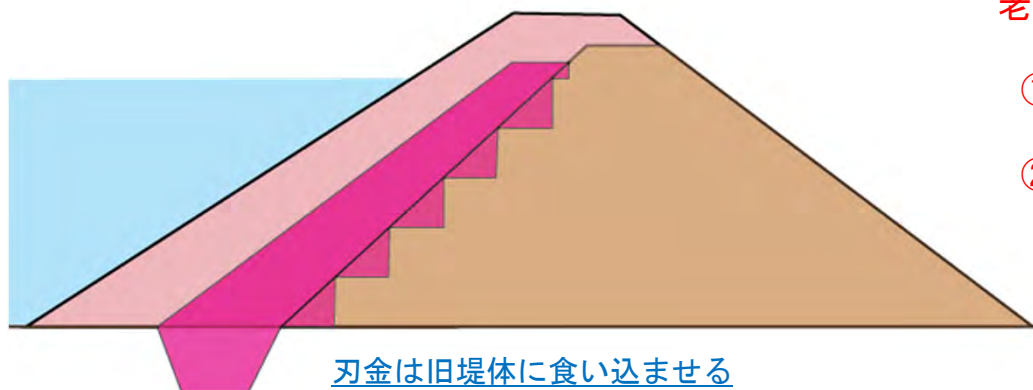
注1) 床掘部の掘削勾配は基礎地盤の性状や強度に応じ、掘削斜面の安定を考慮して決定する。

注2) 小段は、斜面保護工の基礎スペースや安定計算上必要な場合において設置する。

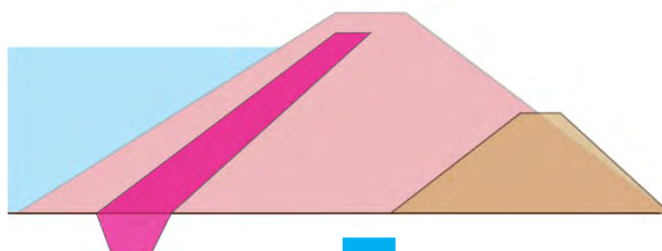
# 1. 堤体設計の考え方（堤体改修工法の考え方）

老朽ため池の設計において重要なことは

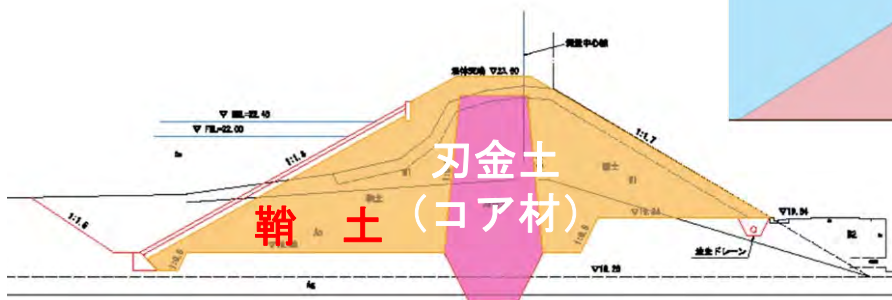
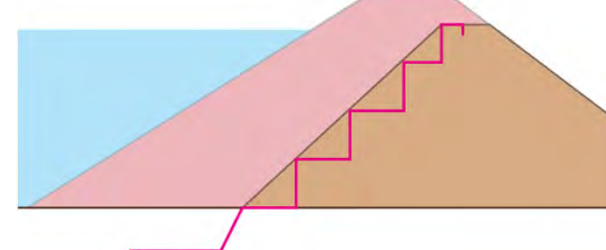
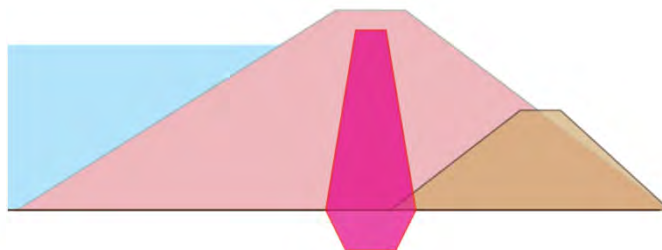
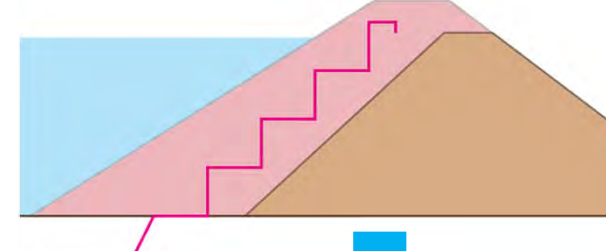
- ① 現況堤体の老朽化(透水係数、N値)を適切に判断すること
- ② 現堤体を可能な限り利用した計画とすること



新設に近い場合は中心コアとする



シートは旧堤体に設置する



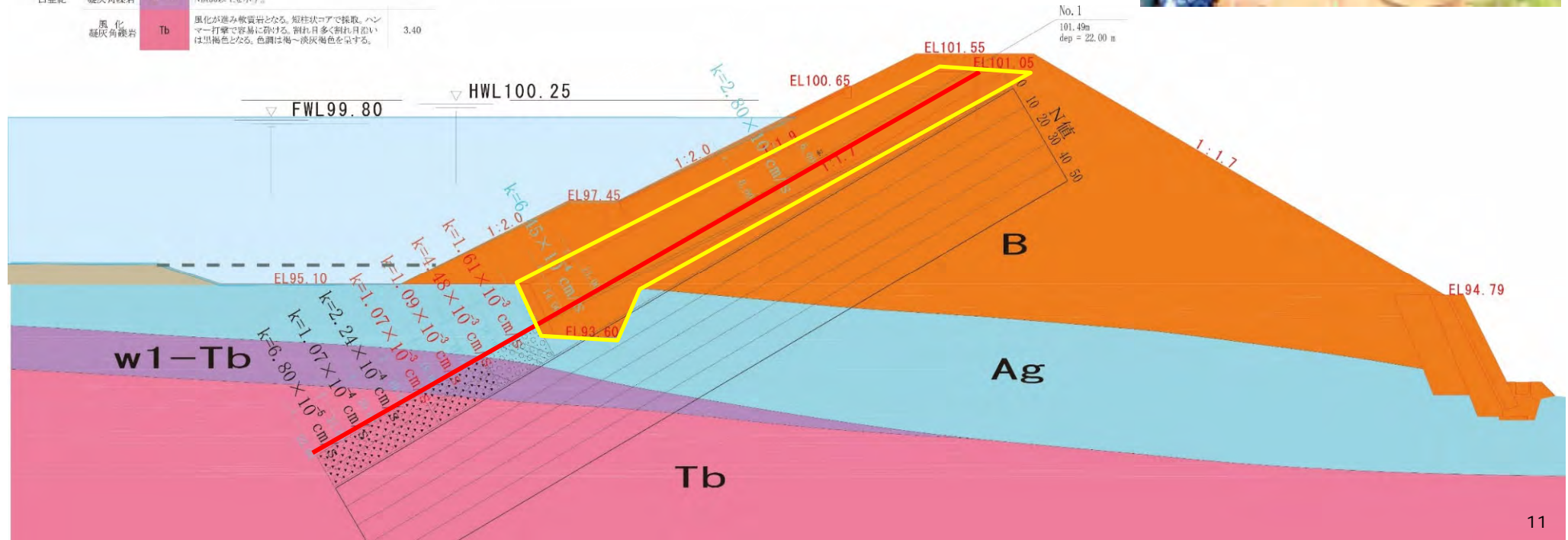
堤体を新設する場合は中心コアとする

# 1. 堤体設計の考え方 (地質図判断：基礎地盤の現場透水係数)

堤体改修直後のため池において漏水が激しく満水位となることがなかったため、刃金土部の斜めボーリング調査を実施し、堤体部、基礎部の地層と現場透水係数を確認しました。

その結果、基礎部において10E3cm/sオーダーの地層を確認することが出来ました。トレンチの下部標高の決定にはボーリング調査結果の精査が必要です。

地質凡例				
地質時代	地層名	記号	記 事	今 回 確認層厚 (m)
新 第 三 紀	盛土 (刃金土)	≡	刃金土による盛土。礫混じりの砂質粘土を主体、増圧で〜20程度の硬さ。φ5〜30mmの硬質礫を少量混入。5〜10cm大の砂岩の玉石が点在する。色調は赤褐色、明褐色を呈す。	14.85
生 四 代	池底堆積物	t	既往資料で確認。シルト状となる。	-
代 紀 世	礫 質 土	Ag	粘土質砂礫からなる。礫はφ5〜30mmの亜角礫を主体、礫層は砂質礫を主とする。基質は粘土質砂からなり硬い。局部的に5〜10cm大の玉石を混入。下部は粘土質少なく透水性に富む。色調は淡褐色を呈する。	1.75
中 生 代 白 亜 紀	風 化 凝 灰 質 礫 岩	w1-Tb	風化が著しく進行し軟質となる。土柱状コアで採取。増圧でシルト質砂状となる。局部的に礫状部あり。色調は灰褐色を呈する。	2.00
	強〜風化凝灰質礫岩	w2-Tb	既往資料で確認。N値30以上を示す。	-
	風 化 凝 灰 質 礫 岩	Tb	風化が進み軟質となる。短柱状コアで採取。ハンマー打撃で容易に砕ける。割れ目多く割れ目内は黒褐色となる。色調は褐〜淡灰褐色を呈する。	3.40



# 1. 堤体設計の考え方（堤体漏水量の考え方）

ため池改修に当たっては、適切な調査を行い、ため池改修の必要性を次の事項から判断し、ため池の安全性が損なわれる原因を把握するものとする。

①

全体等からの漏水

②

堤体のクラック及び変形

③

堤体の余裕高不足

④

堤体の断面形状の変状

⑤

高い浸潤線位置

⑥


洪水吐の機能低下及び通水断面不足

⑦

取水施設の機能低下

⑧

安全管理施設の機能低下又は不備

- 
- a. 満水位における堤体からの漏水量が、堤長100m当たり60L/minを超えている。
  - b. ため池本来機能である貯水能力が低下し、利水上の支障を来している。
  - c. 貯水位一定の場合の漏水量変化が、1カ月間に10%以上増加している。

# 1. 堤体設計の考え方（色粉調査）

製品安全データシート	
<p>製造事業者 株式会社ナカライ工業</p> <p>製造元 株式会社ナカライ工業</p> <p>製造番号 10000000000000000000</p> <p>製造年月日 2023年01月01日</p> <p>製品名 ウラニン (Fluorescein Salt)</p> <p>用途 工業用染料</p>	<p>危険性 健康に有害です。吸入、皮膚、または目への接触は有害です。環境に有害です。水生生物に有害です。</p> <p>有害性情報 皮膚腐食性：データなし 刺激性（皮膚、眼）：データなし 感作性：データなし 急性毒性：LD<sub>50</sub> 1.7 g/kg (ラット 腹腔)<sup>1)</sup> LD<sub>50</sub> 6.7 g/kg (ラット 経口)<sup>1)</sup> LD<sub>50</sub> 2.5 g/kg (ラビット 腹腔)<sup>1)</sup> 亜急性毒性：データなし 慢性毒性：データなし がん原性：データなし 変異原性（微生物、染色体異常）：データなし 生殖毒性：データなし 催奇形性：データなし その他：細胞毒性 日本皮膚科学会雑誌 84. 651. (1974)</p>

パイピングからの漏水がため池からのものかを確実にするため色粉による調査が必要となります。色粉にはウラニンという色素を使います。左表に示すように人、動物、植物にとって無害なものです。調査の事例を3例示します。

- ・A池では色粉投入後20分で色水が確認できました。
  - ・B池では色水の湧出は確認できず地山からの湧水と判断しました。
  - ・C池では水面に渦巻きが出来ました。
- ボーリングの結果、池底-2mに砂礫層が存在していました。

有害性情報（人についての症例、疫学的情報を含む）

皮膚腐食性：データなし  
刺激性（皮膚、眼）：データなし  
感作性：データなし  
急性毒性：LD<sub>50</sub> 1.7 g/kg (ラット 腹腔)<sup>1)</sup>  
LD<sub>50</sub> 6.7 g/kg (ラット 経口)<sup>1)</sup>  
LD<sub>50</sub> 2.5 g/kg (ラビット 腹腔)<sup>1)</sup>  
亜急性毒性：データなし  
慢性毒性：データなし  
がん原性：データなし  
変異原性（微生物、染色体異常）：データなし  
生殖毒性：データなし  
催奇形性：データなし  
その他：細胞毒性 日本皮膚科学会雑誌 84. 651. (1974)

環境影響情報  
分解性、蓄積性、魚毒性：知見なし



A 池



B 池



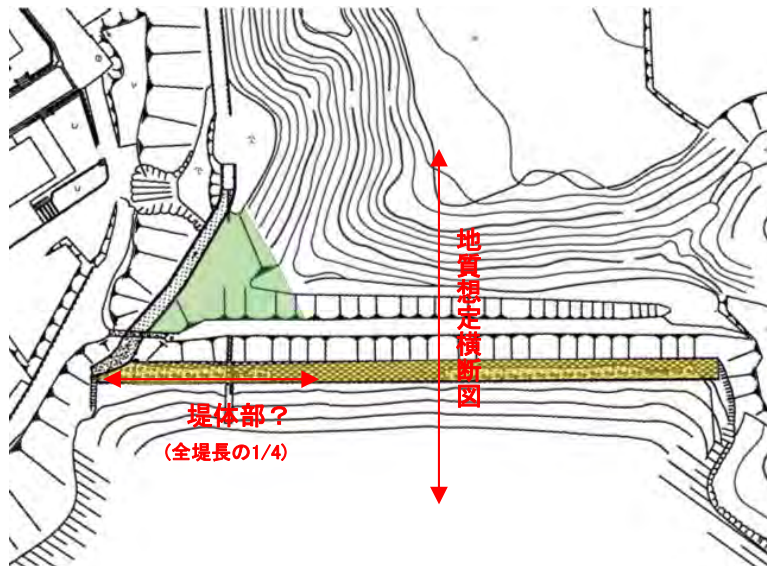
C 池



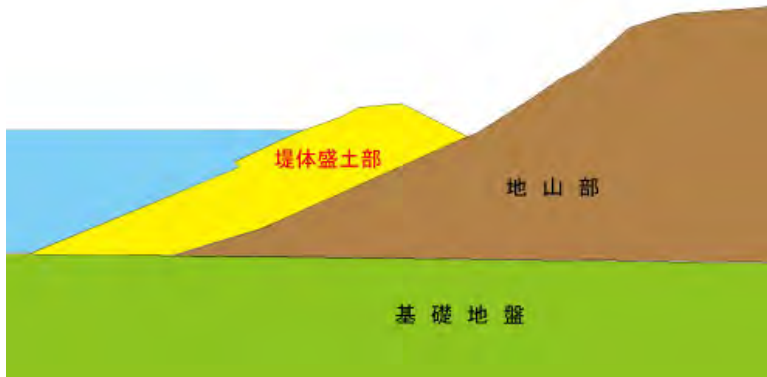
# 1. 堤体設計の考え方 (現況を読む : A池の場合 地形判断不足)

A池は堤長の1/4が本来の堤体で、残りの3/4は地山部に盛土された堤体(地質想定横断面図参照)と想定しました。

そこで、堤体改修においては本来の堤体部と想定した1/4の堤体部のみの改修を提案しましたが、残りの3/4の堤体の設置状況は想定とは異なったものでした。

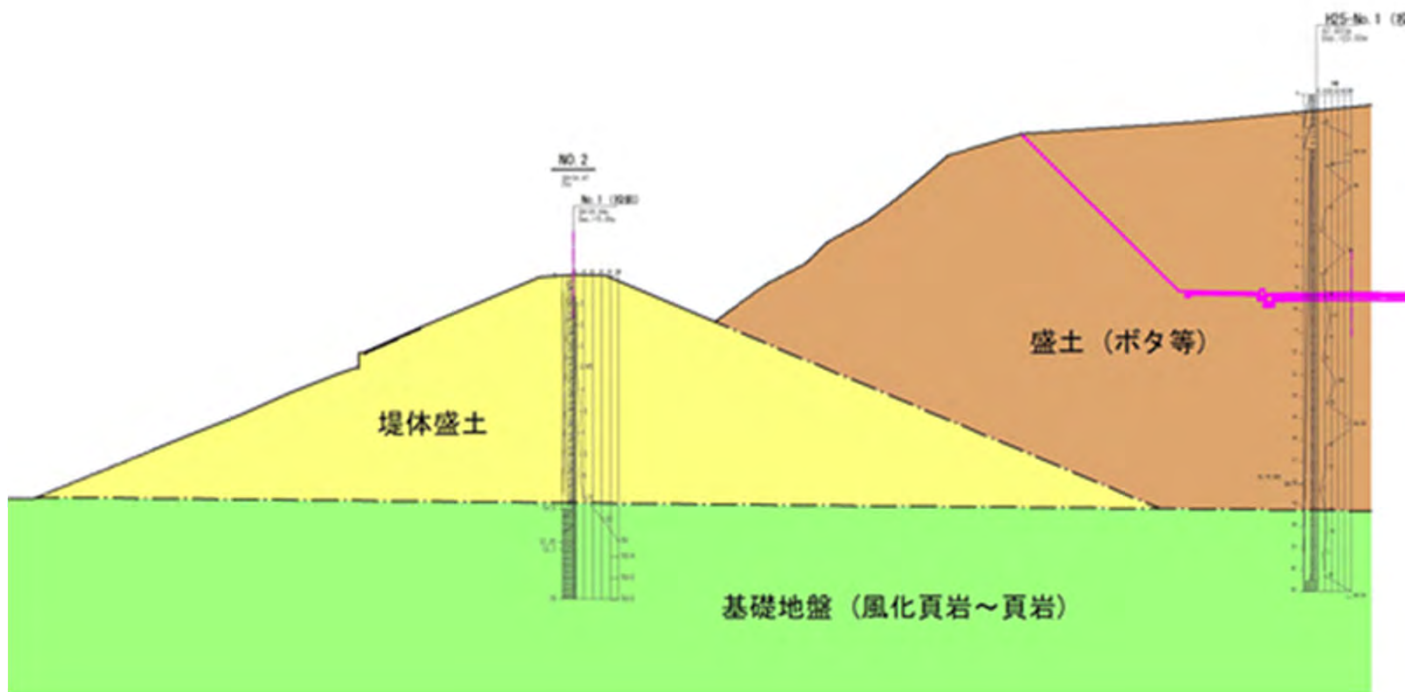


地質想定横断面図

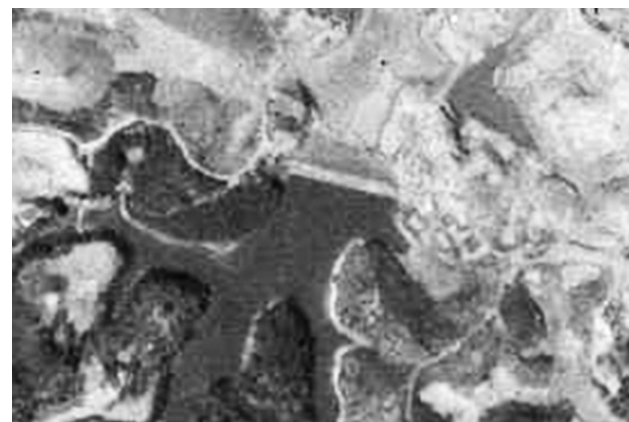


# 1. 堤体設計の考え方 (現況を読む : A池の場合 地形判断不足)

地山部と想定した箇所は、ボタ山(※1参照)でした。現在、このボタ山を通る県道整備が計画されており、このボーリング調査結果及び国土地理院の1947年の航空写真から判明しました。この事例のように通常とは違う形状をしている地形のため池は、現況を十分に把握・理解することは重要で、各種の資料収集、古老からの聞き取り等の調査が必要となります。



現況航空写真 GoogleEarthProから抜粋



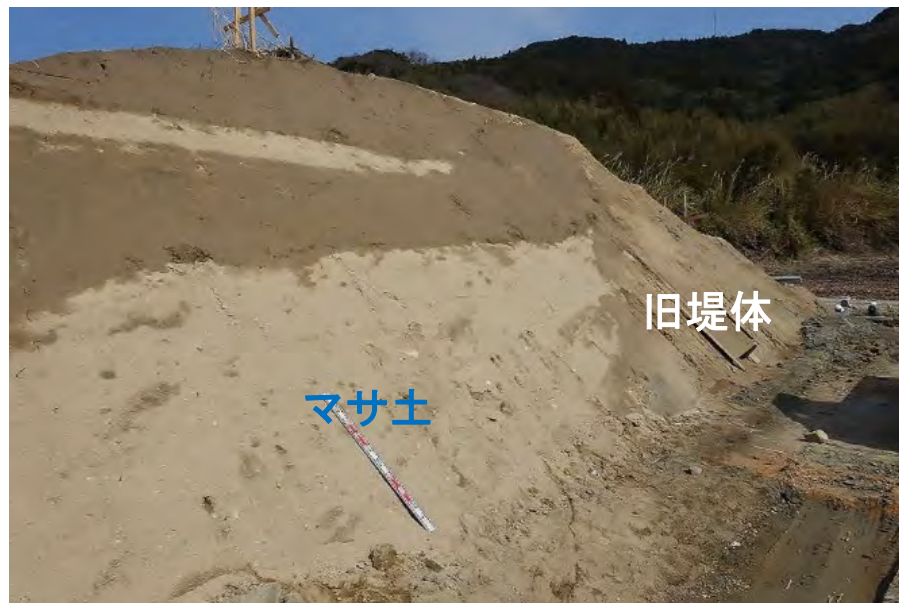
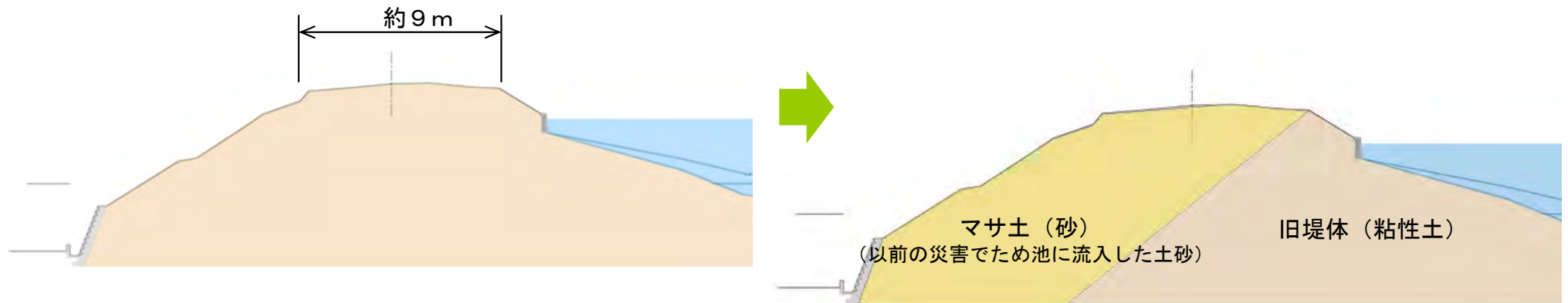
国土地理院の1947年の航空写真から抜粋

※1 ボタ山(鉱山で採掘された鉱石のうち、資源として使えず廃棄する岩石などの部分を捨石ないしは廃石、俗称でズリという。このズリは特定の場所に集められて捨てられるが、長年にわたり捨て続けているうちにズリは積み上げられてゆき、やがて山ができてくる。こうしてできた山をズリ山という。九州の炭坑では、このズリはボタと呼ばれ、ズリ山はボタ山と呼ばれた。出典 ウィキペディア)

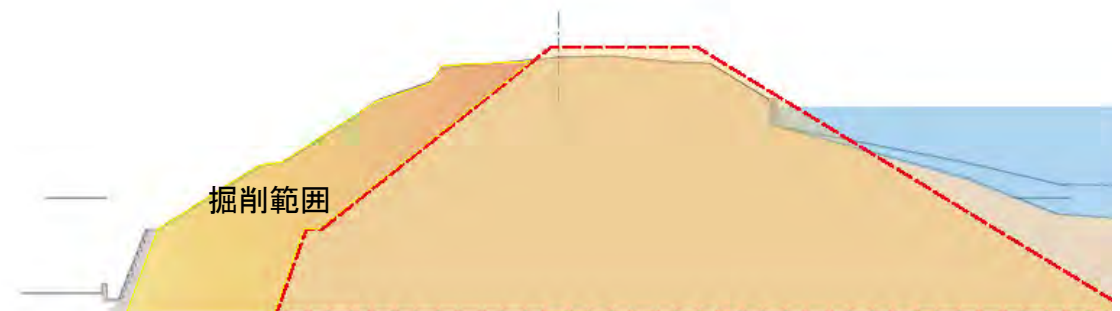
# 1. 堤体設計の考え方（現況を読む：B池の場合 地形判断不足）

現況の堤頂幅が異常に広い場合（通常は2m～5m程度）、何か原因があると想定します。Y県の事例では、洪水の堤体越流を許容していたため幅広の堤頂のため池がありました。

よって、幅広の意味を理解し、計画時にわざわざ堤体を掘削する必要はないと考えます。



基準値のみで堤体断面の計画を行い、過大な場合、掘削する事例がたまにみかける。現況の意味を理解していない失敗？事例。

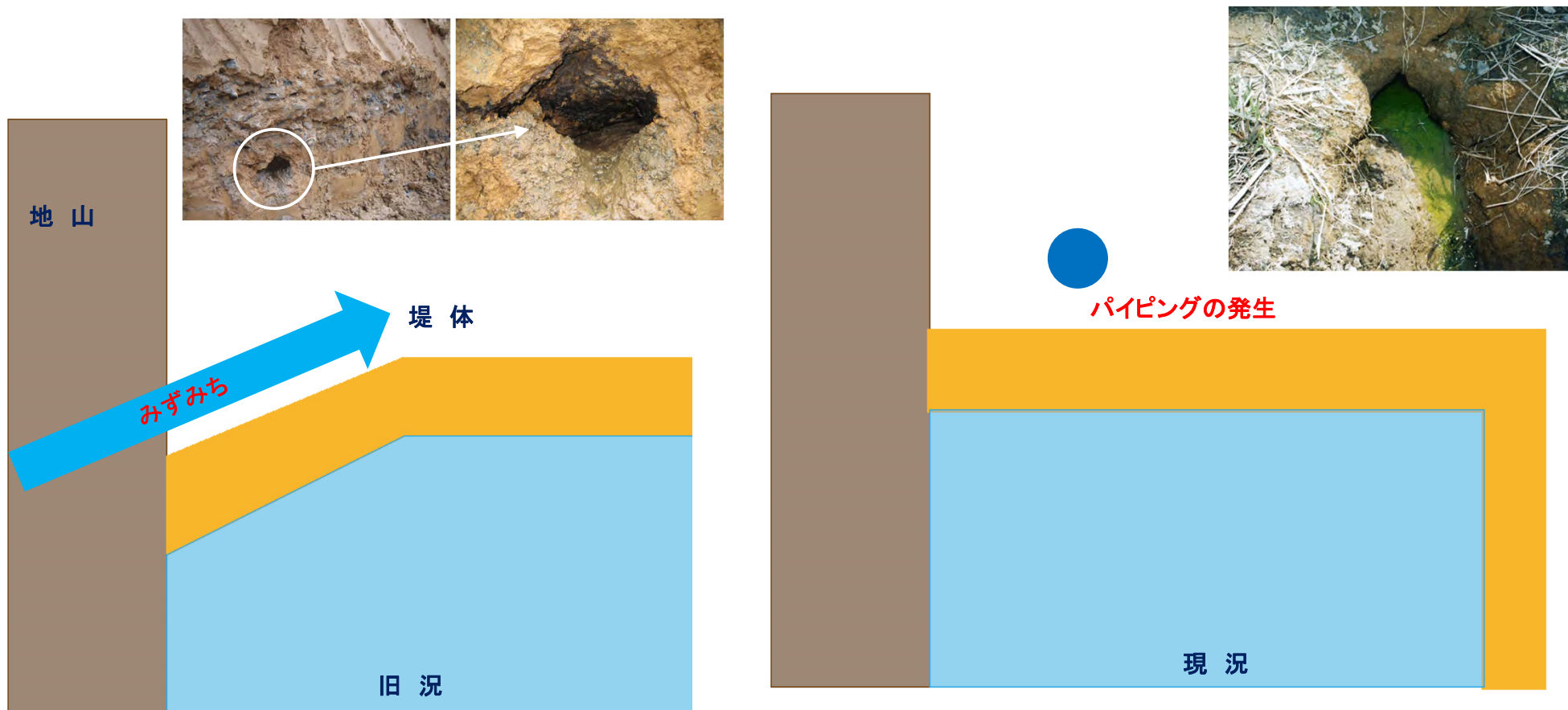




# 1. 堤体設計の考え方 (現況を読む : C池の場合 地形判断不足)

旧況の堤体線形・堤体勾配は意味があり、むやみに堤体線形の直線化・堤体勾配を変更をするのは問題があります。堤体の直線化・勾配変更する場合は十分な地質調査及び堤体安定検討が必要です。

下記の事例は、堤体と地山部の接続部において屈折した堤体線形を直線化したため堤体直下にパイピングが発生した事例です。



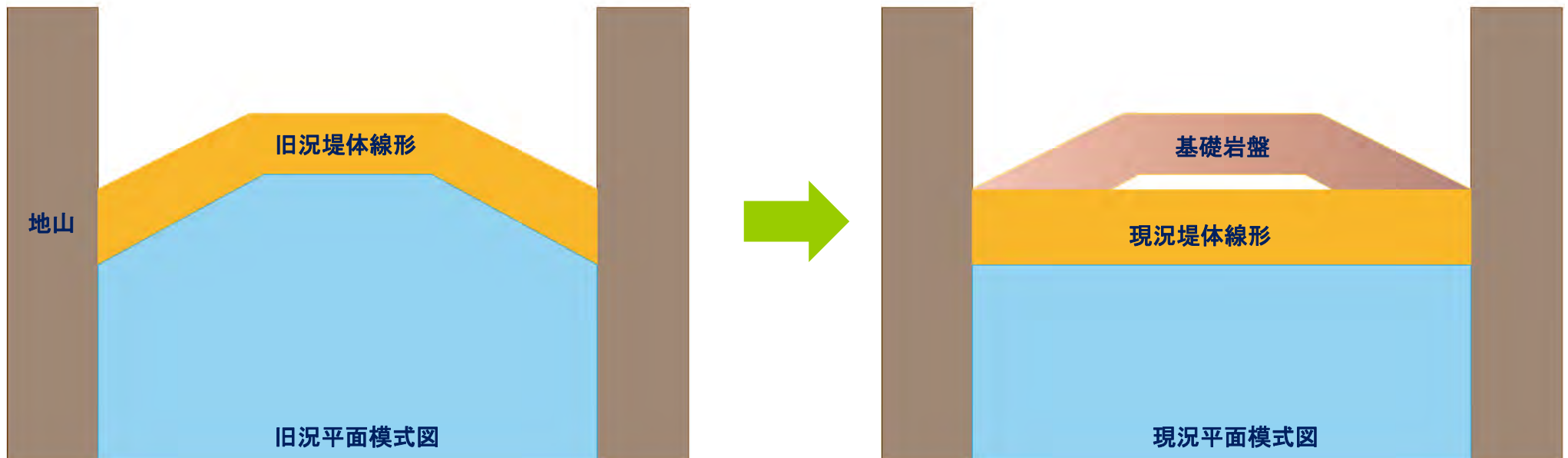
# 1. 堤体設計の考え方（現況を読む：D池の場合 地形判断不足）

旧況堤体は湾曲した線形であったが、計画時に線形を直線化した事例。

旧況の線形はちょうど基礎地盤に乗っており安定したものであったが、設計・施工の単純化を図り堤体線形を直線化した。

しかし、計画の堤体基礎部は軟弱地層であったため地盤改良の必要があり、工事費の増加をみた。

他地区の事例

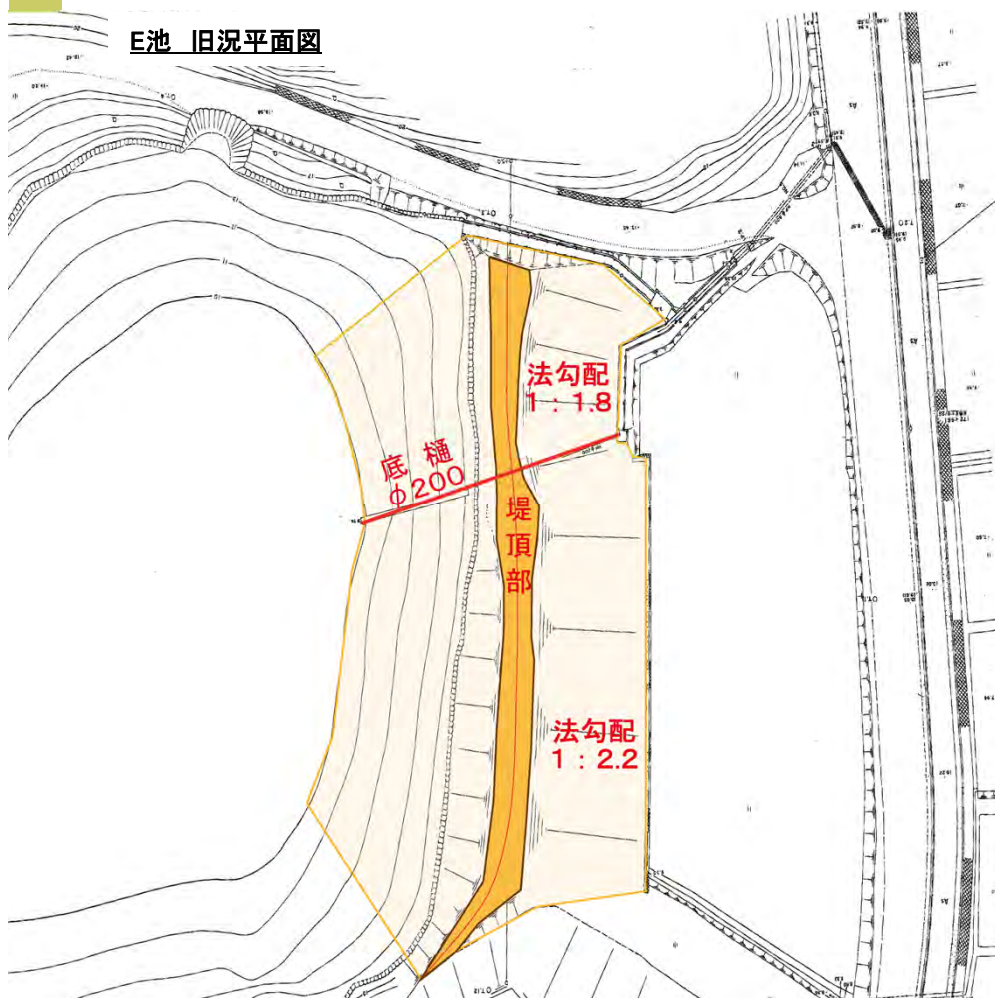


# 1. 堤体設計の考え方（現況を読む：E池 現状把握不足）

E池は堤体の状況を把握することなく計画され、工事が完了した約10年後に堤体右岸部に滑りが生じたため池です。

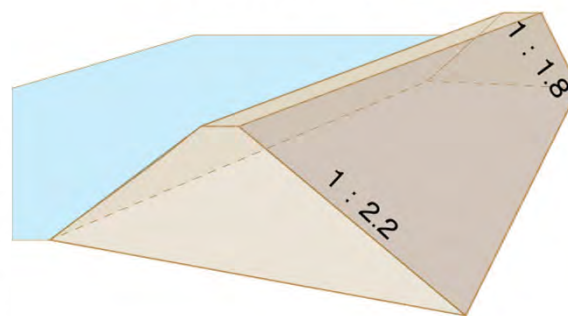
E池の旧況の状況は以下のようなものでした。

- ① 堤体左右岸で法勾配が異なっていた。
- ② 堤頂部は右岸部に曲線が見られた。
- ③ 底樋部は堤体左岸部に斜めに配置されていた。

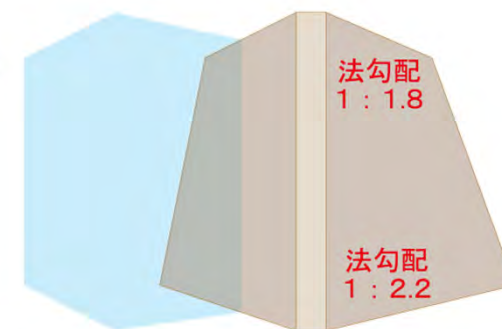


E池 旧況堤体法勾配状況

ため池立体模式図



ため池平面模式図

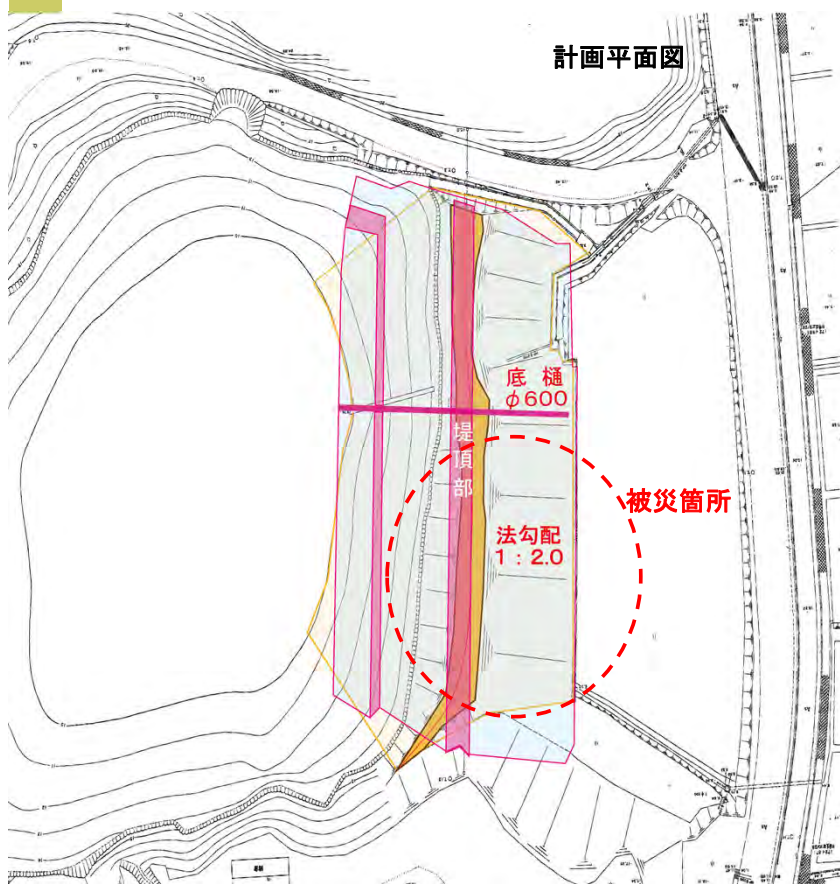


# 1. 堤体設計の考え方（現況を読む：E池 現状把握不足）

E池の堤体設計思想は以下のようなものでした。

- ① 堤体の法勾配は一律2割（右岸と左岸乗りの勾配の平均）とする。
- ② 堤頂部は直線とする。
- ③ 底樋部は堤体に対して垂直とする。
- ④ 底樋管径は管理できる最低管径φ600とする。

以上の計画のもと堤体工事が行われ施工後、約10年で堤体右岸部が円弧滑り（下の写真参照）が生じました。



# 1. 堤体設計の考え方（現況を読む：E池 現状把握不足）

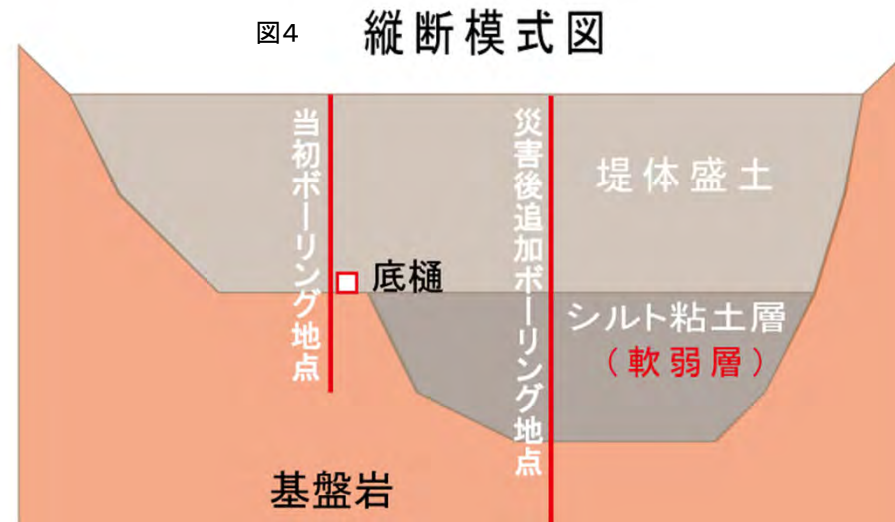
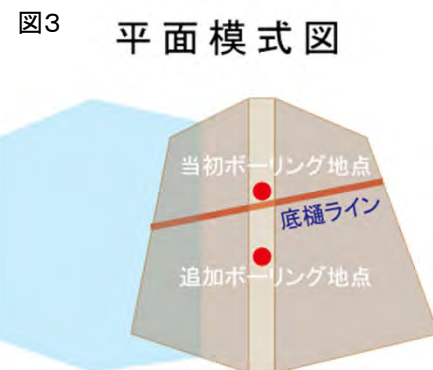
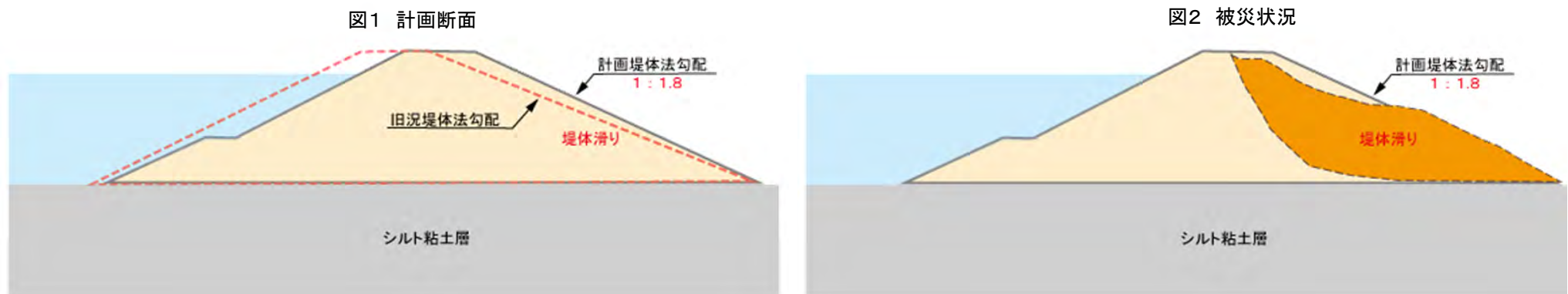
計画断面を図1、滑りの状況を図2に示します。

被災後に滑りの中心の堤頂部にて追加ボーリング（図3参照）を実施した結果、当初ボーリングとは異なる結果（図4）を得ました。

堤体右岸部の基礎には軟弱層（シルト粘土層）が存在し、堤体左岸部とは全く異なる基礎地盤でした。

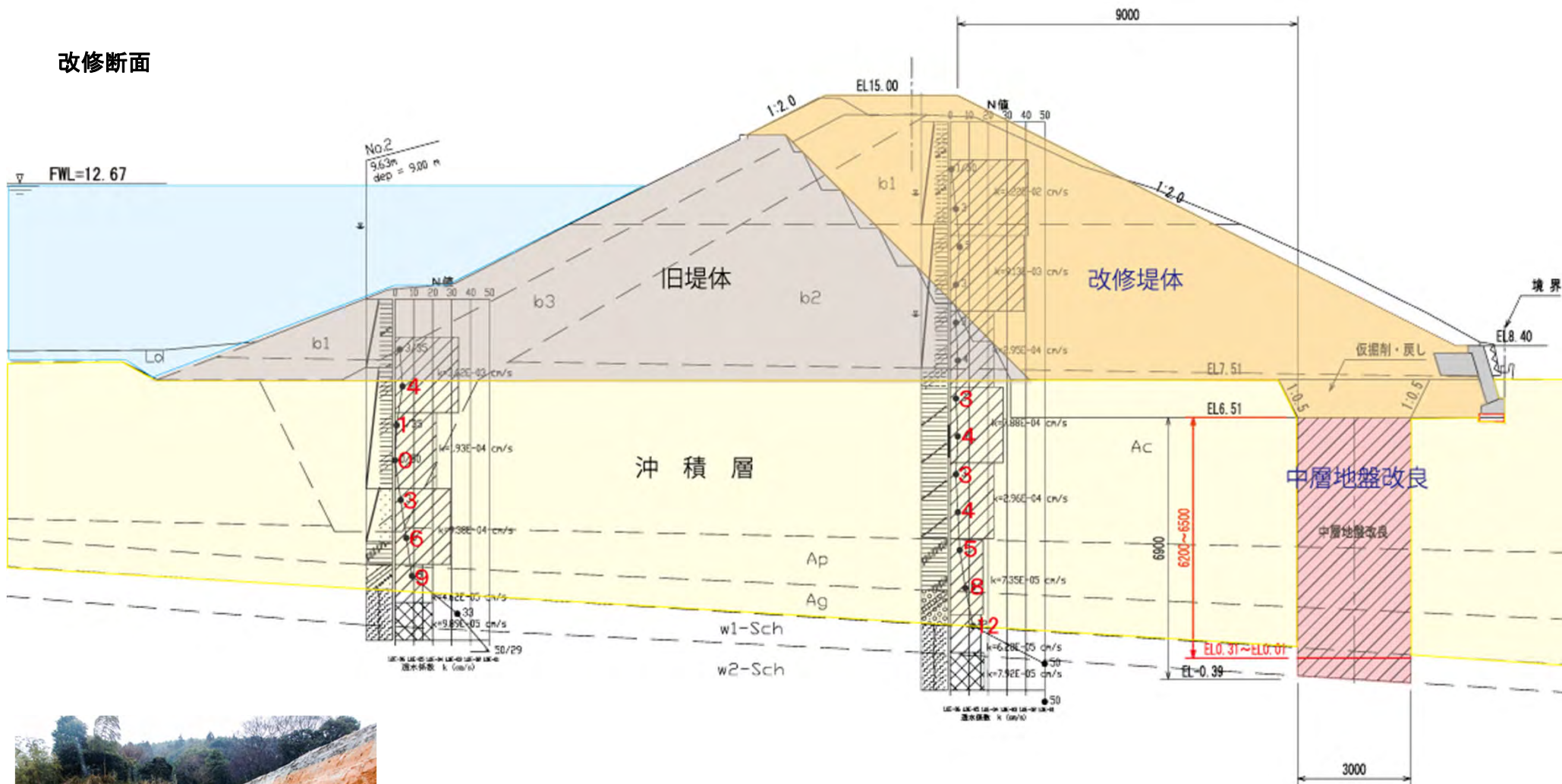
このことは、旧況の堤体右岸左岸部の法勾配が異なっていた結果であり、そのことを読み取る必要があったと思います。

当初ボーリング結果を用いて計画断面の安定計算を行っていた結果、ため池の安全率は1.2を確保していましたが、追加ボーリング地点の断面での安全率1.0を下回っていました。



# 1. 堤体設計の考え方 (現況を読む : E池 現状把握不足)

改修断面



# 1. 堤体設計の考え方 (現況を読む : E池 現状把握不足)

復旧工事写真

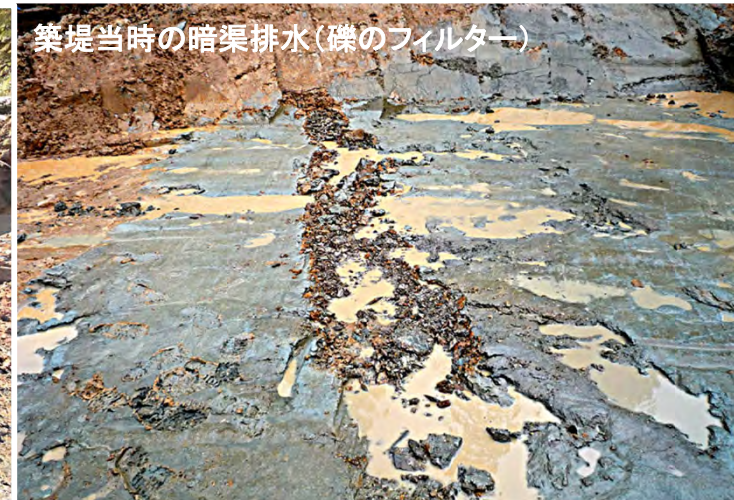
施工現場全景



堤体下流基礎部中層改良



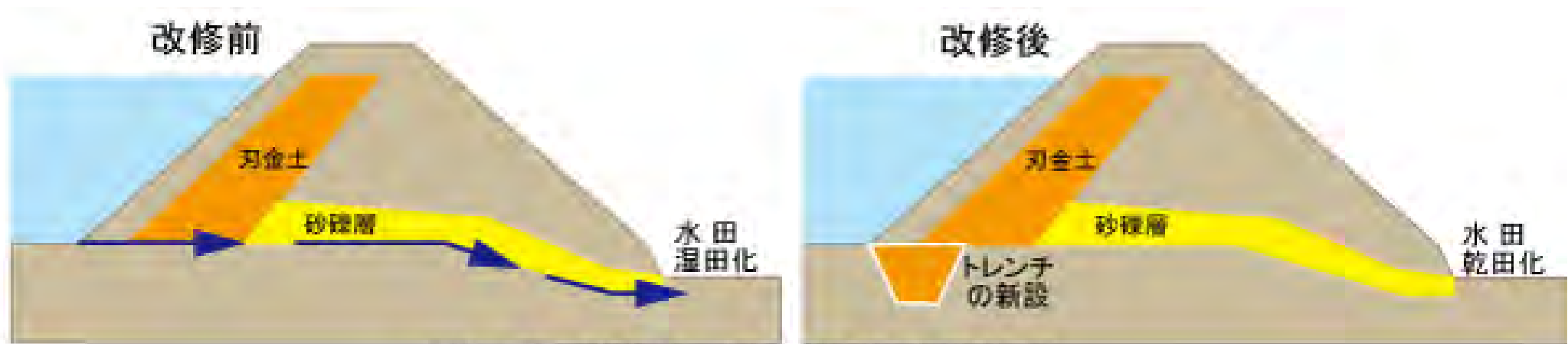
築堤当時の暗渠排水(礫のフィルター)



# 1. 堤体設計の考え方 (現況を読む : E池 地質図判断)

堤体改修直後から下流水田の湿田化が激しくなりました。当初設計図面とボーリング結果を精査すると堤体基礎部に砂礫層があることが判明したので、再度トレンチ部を新設しました。

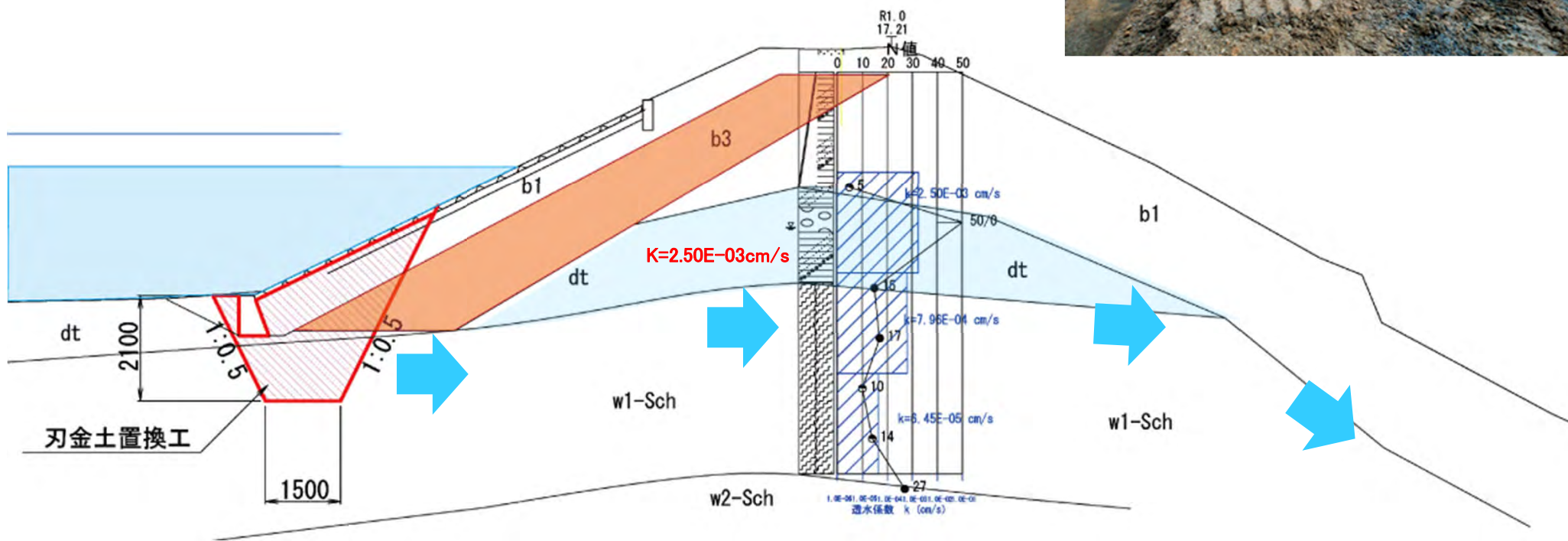
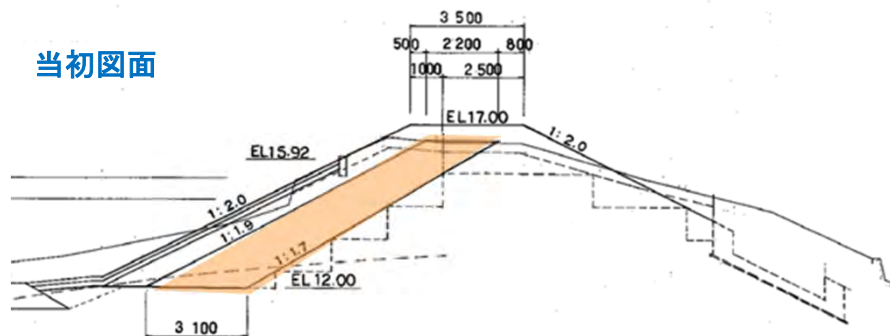
## 堤体基礎部の止水工法が不適だった事例





# 1. 堤体設計の考え方 (現況を読む : E池 地質図判断)

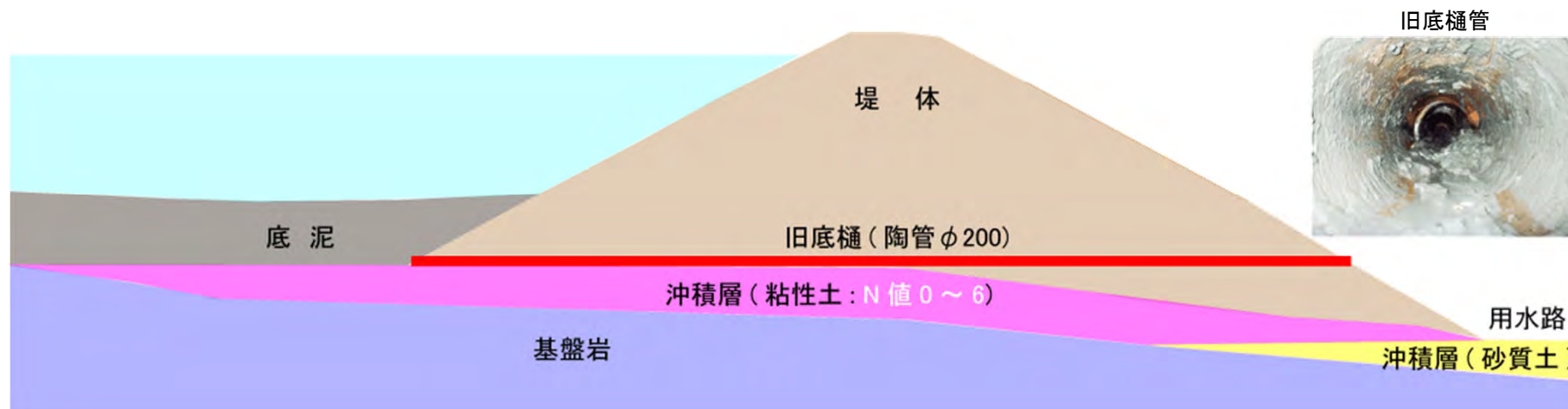
当初図面



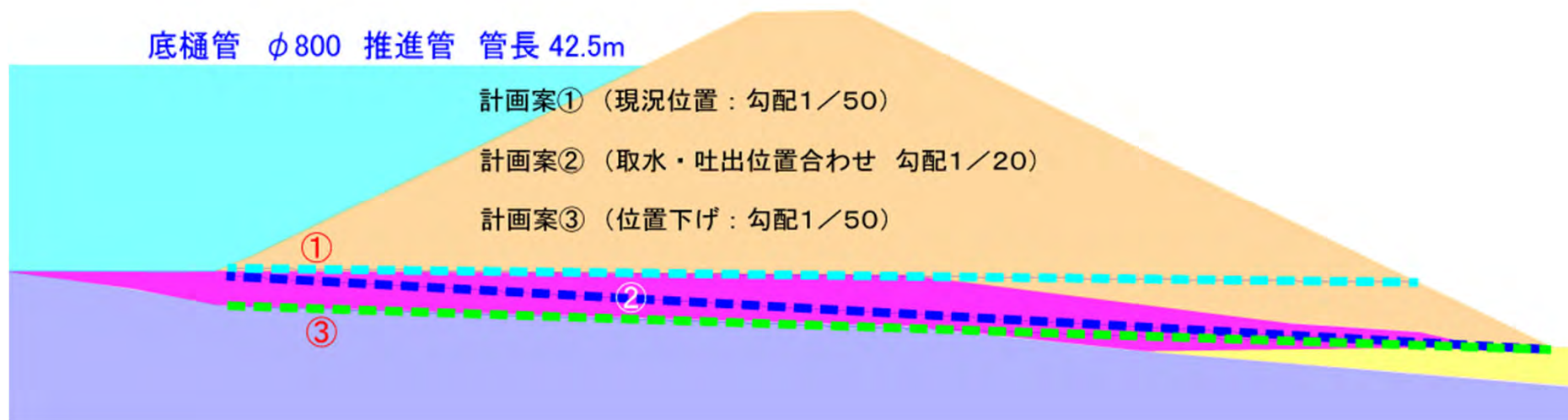
# 1. 堤体設計の考え方（底樋管設置）

底樋の計画は通常、現況位置に設置するのが原則である。しかしながら底樋基礎部に軟弱層がある場合、開削工法では底樋基礎部の地盤改良が一般的です。推進工法の場合は、底樋設置位置の設定に留意する必要があります。

旧況断面



底樋計画案



# 1. 堤体設計の考え方（底樋管設置）

当計画においては、底樋の計画位置を1.25m下げることで基盤岩に底樋本体を設置した事例です。

なお、底樋下流の軟弱層部においては堤体部から地盤改良を実施しています。

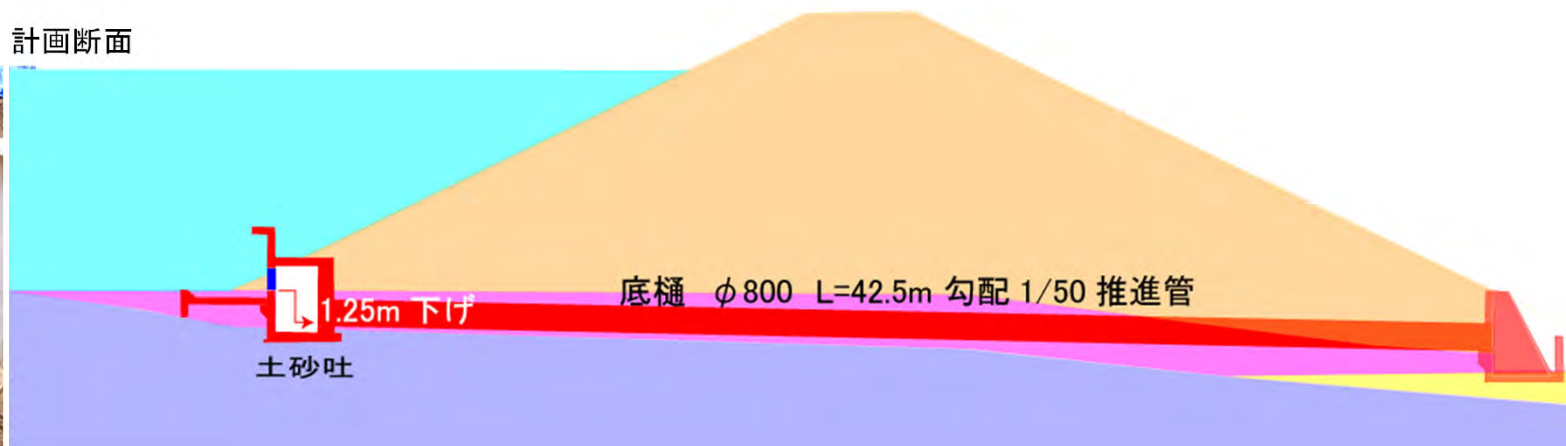
底樋の計画勾配は、1/50～1/200で計画することが多いですが、現況合わせで急勾配の設計を見かけることがあります。

しかし、パイピング発生やクラック発生事例が多く見られることから急勾配の設計は行わない方がいいと考えます。

土砂吐部施工状況



計画断面



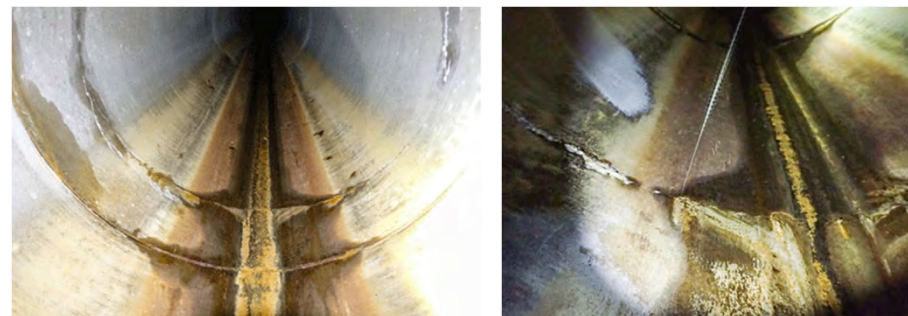
土砂吐部 ゲート部から底樋部を望む



底樋部からゲート部を望む



他地区 底樋勾配 1/20 の事例



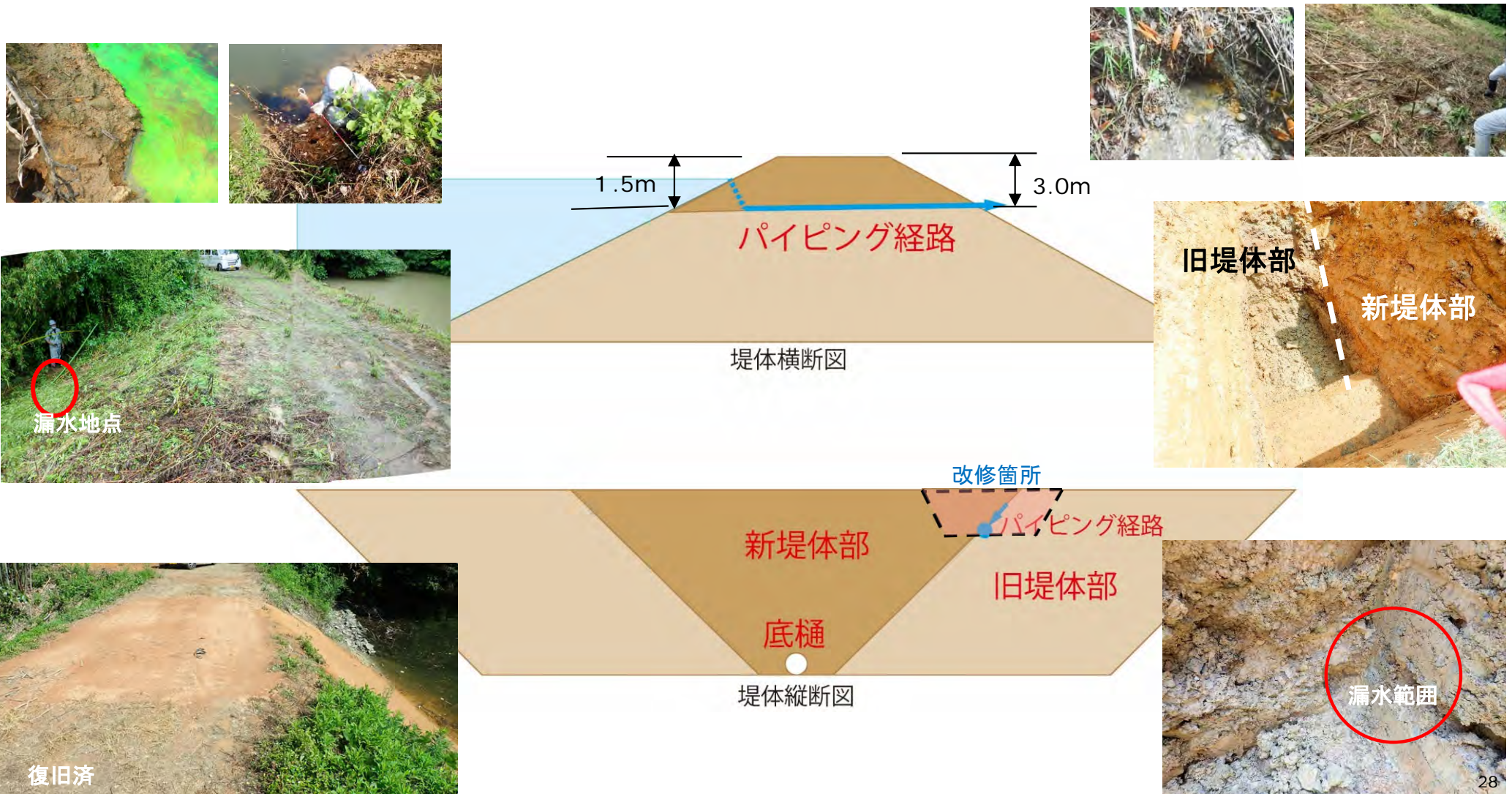
# 1. 堤体設計の考え方（底樋開削部の土質選定）

底樋の開削ラインにパイピングが発生した事例です。

新堤体部に良質な粘性土が用いられ、旧堤体部に砂礫を多く含む土質の場合、パイピングが発生しやすいようです。

現在は復旧済です。

開削部のみにおいては現況堤体の土質常数と同程度の埋戻し土を選定する必要がある。

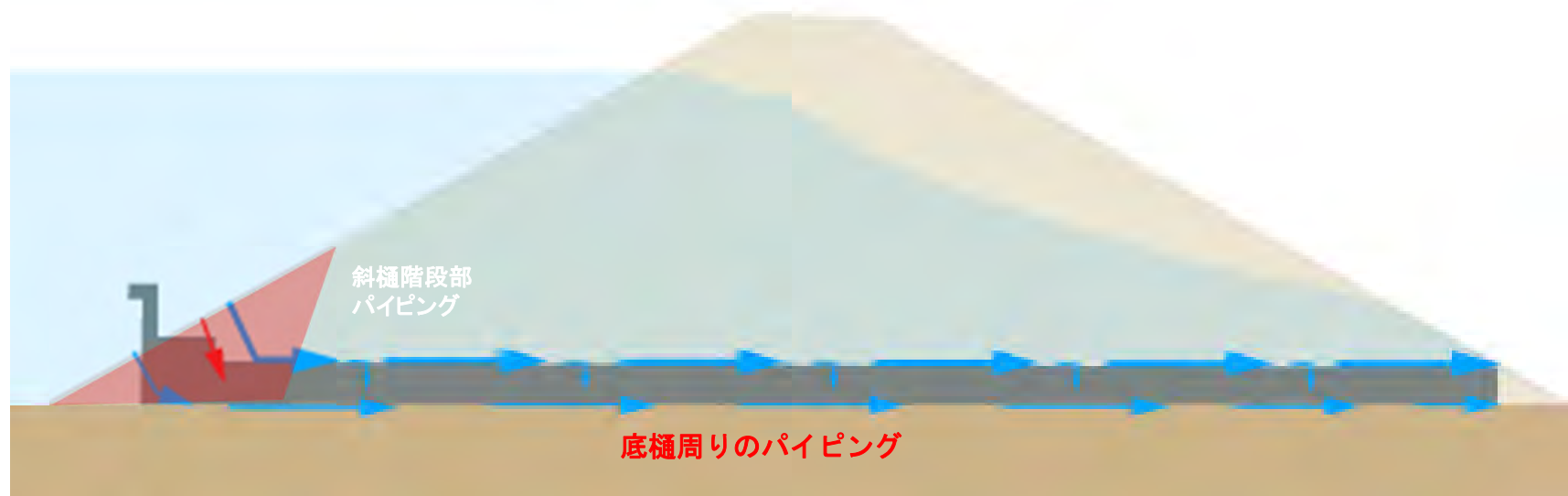


# 1. 堤体設計の考え方（斜樋・土砂吐部のみの改修対策）

斜樋・土砂吐部のみの改修工事において埋戻土に発生土を流用してパイピングの発生を見た事例です。流用土は粘性がなくマサ土系の土質であったため、土砂吐部・底樋部の止水がまっかくできませんでした。

その結果、施工後1年目から石積の底樋部の止水対策が必要となりました。

土砂吐改修における埋戻土は、必ず刃金土を用いる必要があり、底樋部においてもコンタクトクレイ処理やチップング処理が必要となります。



底樋周りの止水工法



# 1. 堤体設計の考え方（底泥改良工法:セメント系固化剤）

住宅地に囲まれたH池は水草が繁茂し、周辺宅地からの雑排水で悪臭が立ち込め周辺住民から苦情が絶えない池であった。そこで、底泥をセメント系改良材で処理し、改良土は池敷周りに護岸として盛土することで池からの搬出は行わなかった。しかし、底泥1m<sup>3</sup>あたり処理するのにセメント系改良材は200kg前後を要した。池敷改良が完了した現在、悪臭による苦情はない。



# 1. 堤体設計の考え方 (底泥改良工法:石膏系固化剤)

中性化固化材のため環境にやさしく経済的に浚渫土の有効利用が図れる。(セメント系の場合、産業廃棄物となる)  
今後の課題として、この処理土にベントナイトを混合すれば刃金土としての利用も図れるのではないかと考えます。



(畑の土として利用)

# 1. 堤体設計の考え方（底泥改良土を池内で処理）

両池とも住宅地に位置しているため、底泥土の搬出に地元の同意が得られなかったため、底泥土を改良（セメント系）して池内で盛土として処理したものです。

A池においては護岸の補強盛土としても利用しています。

また、B池においては親水公園として整備され、地元住民に喜ばれている事例です。

浚渫土量＝盛土土量として貯水量の増減はないものとして考えています。





# 1. 堤体設計の考え方（底泥改良土を池内で処理）

住宅地に囲まれたK池は、長年の宅地からの雑排水で悪臭が立ち込め周辺住民から苦情が絶えない池でした。

そこで、底泥をセメント系改良材で処理し、改良土は池敷周りに護岸として盛土することで池からの搬出は行ないませんでした。

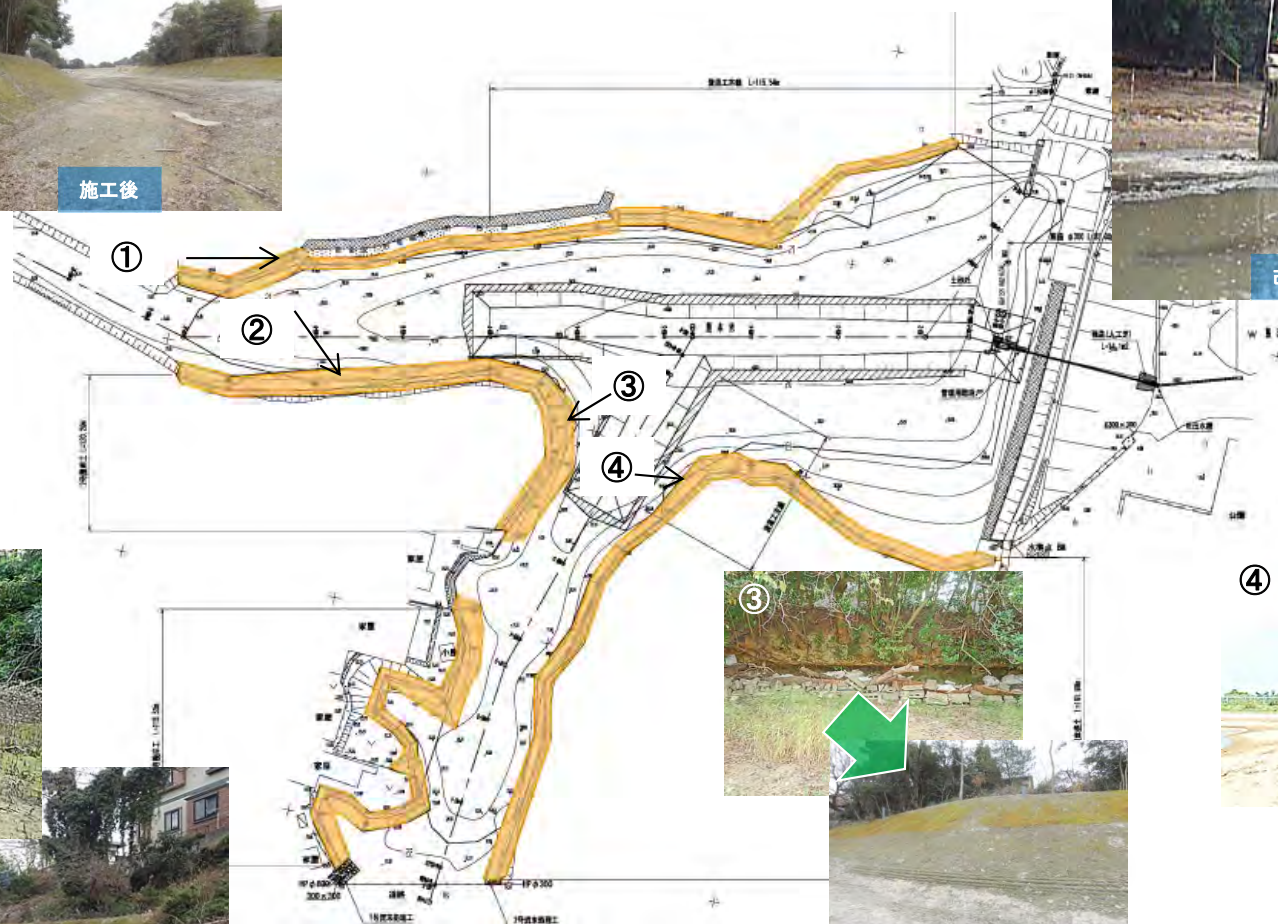
池敷改良が完了した現在、悪臭による苦情はありません。



# 1. 堤体設計の考え方 (底泥改良土を池内で処理)

K池の施工前と施工後の状況を示します。

ため池に接する護岸が補強され、地元の方々から好評を得ています。



# 1. 堤体設計の考え方（堤体腹付け）

両ため池とも都市部に位置するため堤内側に堤体を拡幅し、堤頂部を歩道とした事例です。

A池（改修前）



A池（改修後）



A池（改修後）



B池（改修前）



B池（改修後）



# 1. 堤体設計の考え方（階段工の手摺り）

ため池の維持管理者が高齢化する中で、維持管理作業の安全性が求められています。手引き書で階段工の手摺りを義務づけている県もあります。

福岡県内でも設置事例は増えてきています。



## 9-2 階段工

### ため池整備事業実施の手引き(Y県農林部)

#### 9-2-1 階段

階段のけあげは0.15~0.20m程度とし、幅は0.60mが一般的であるが、維持管理、点検作業等を考慮の上、決定する。

ただし、ため池栓で操作用階段と兼用する場合は、ため池栓間隔を設計する。

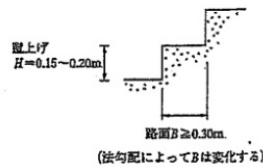


図9-2-1 管理用階段

原則として階段工には手摺を設けるものとする。

#### 9-2-2 手摺

手摺の規格は下図を標準とする。

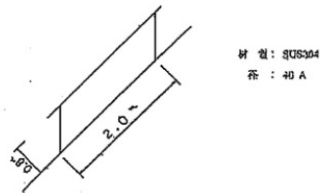
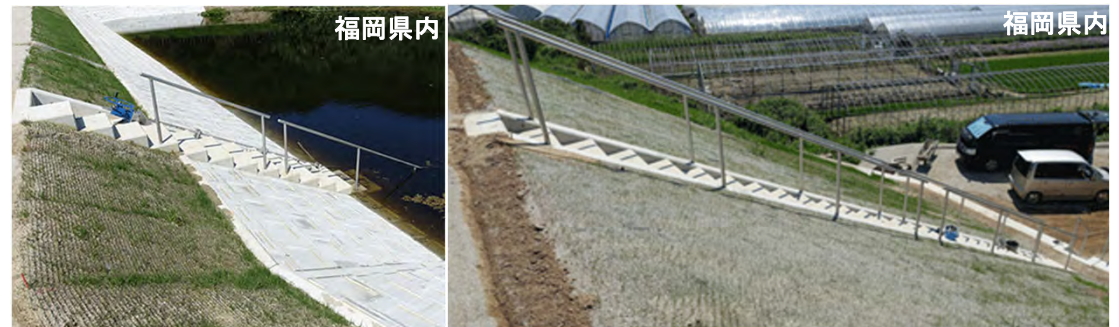
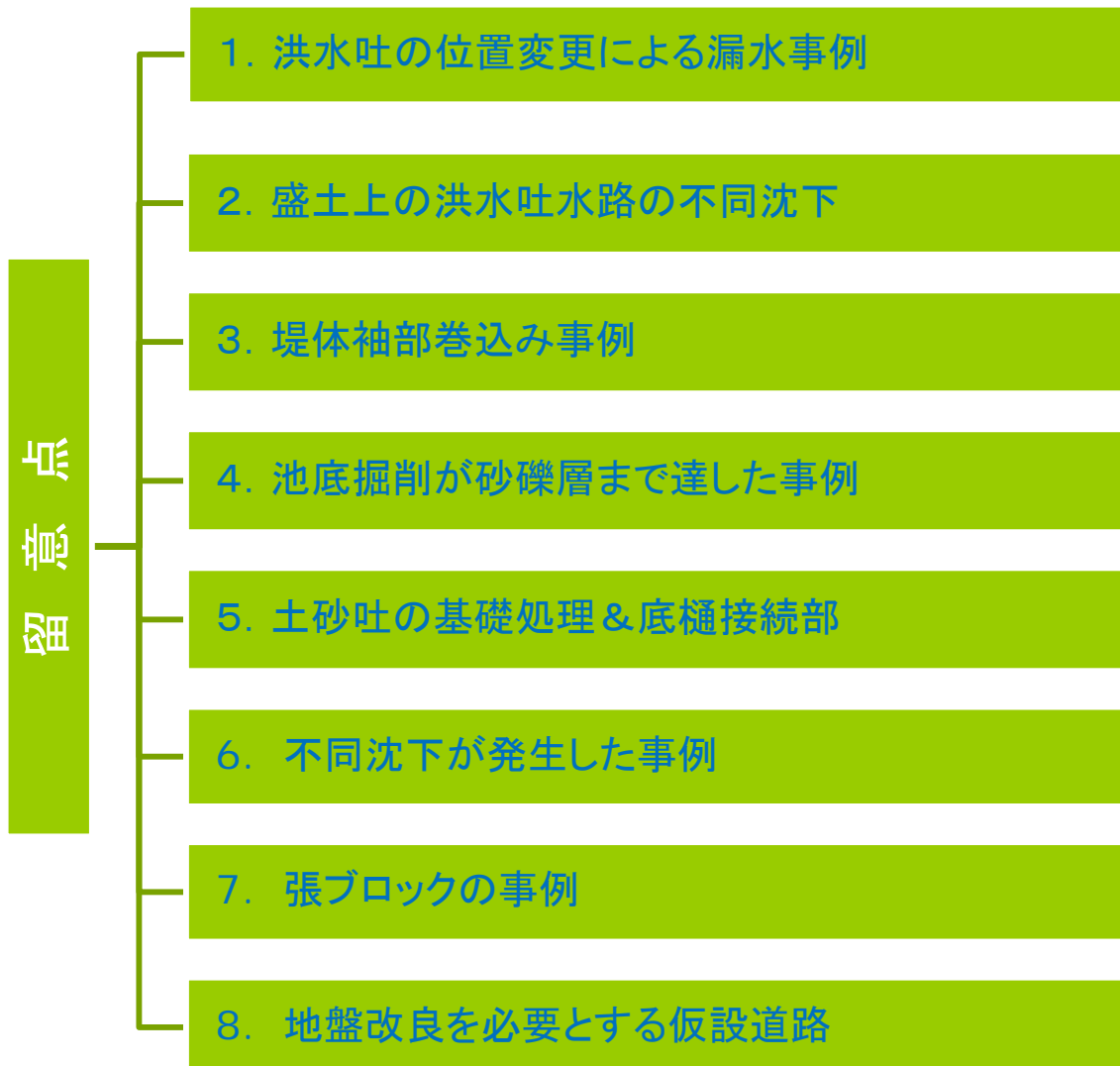


図9-2-2 手摺



## 2. 各施設の考え方（各施設設計における留意点）

各施設設計における留意点を以下の内容で説明します。



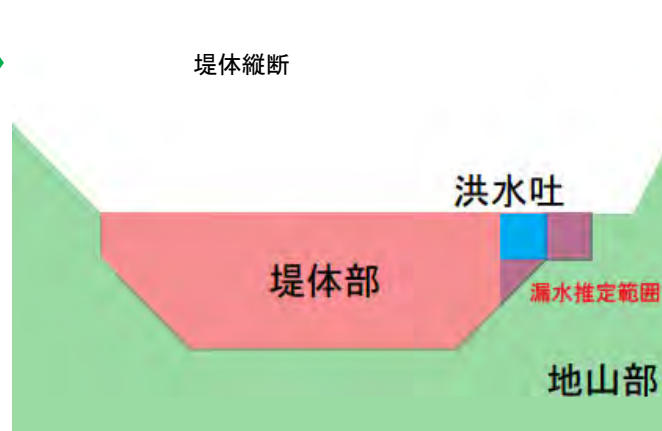
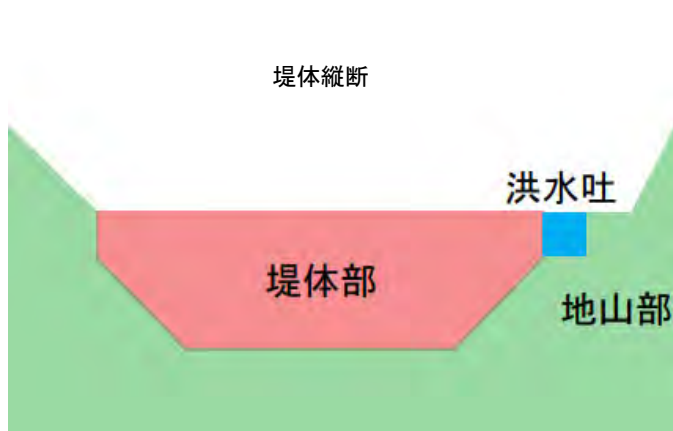
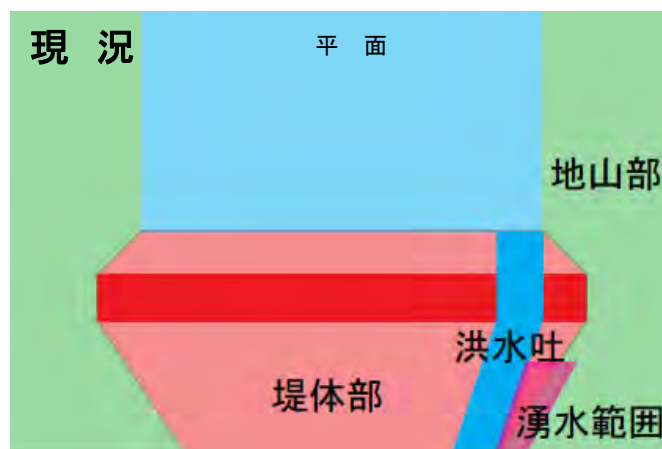
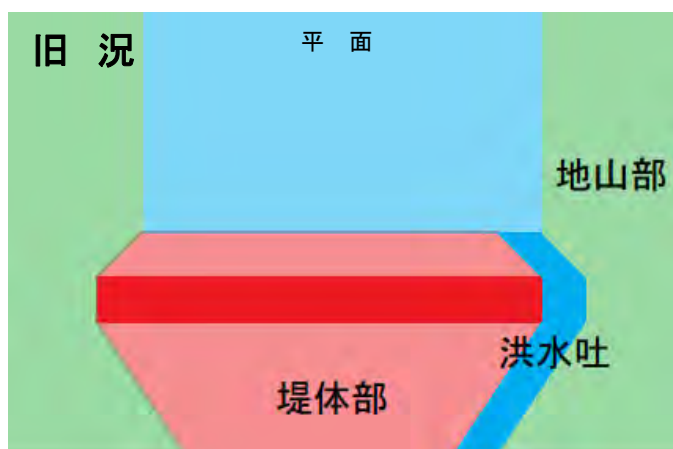
## 2. 各施設の考え方 (洪水吐位置変更による漏水事例)

ため池改修において、洪水吐を直線化する傾向がたまに見うけられますが、

**洪水吐は基本的に地山部に設置することで、構造物の不同沈下や浸透流が生じないような処理を施す必要があります。**

右下の事例においても洪水吐急流部と地山の間には湧水が確認でき、洪水吐減勢部の壁面が常時濡れた状況になっています。

洪水吐の改修においては**旧況の洪水吐線形を第一義とし**、やむを得ず堤体上に設置せざるを得ない場合には、十分な基礎処理を行う必要があります。



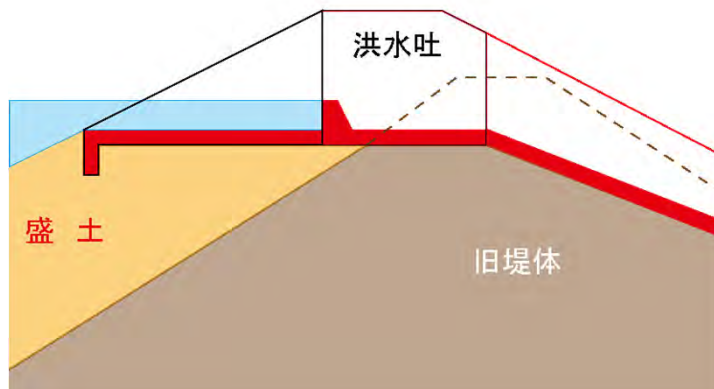
## 2. 各施設の考え方 (盛土上の洪水吐水路の不同沈下)

盛土上の洪水吐の側壁に隙間が空いた事例です。

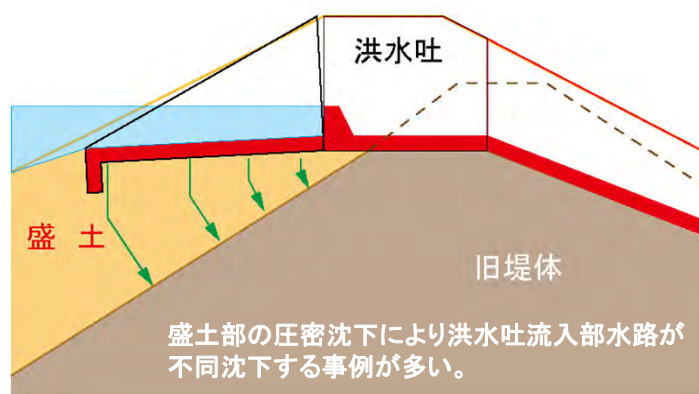
対策工法:

洪水吐水路の基礎約1m程度(旧堤体+盛土部)をセメント系固化剤により一体的に地盤改良し、構造物の不同沈下を防止する必要があります。

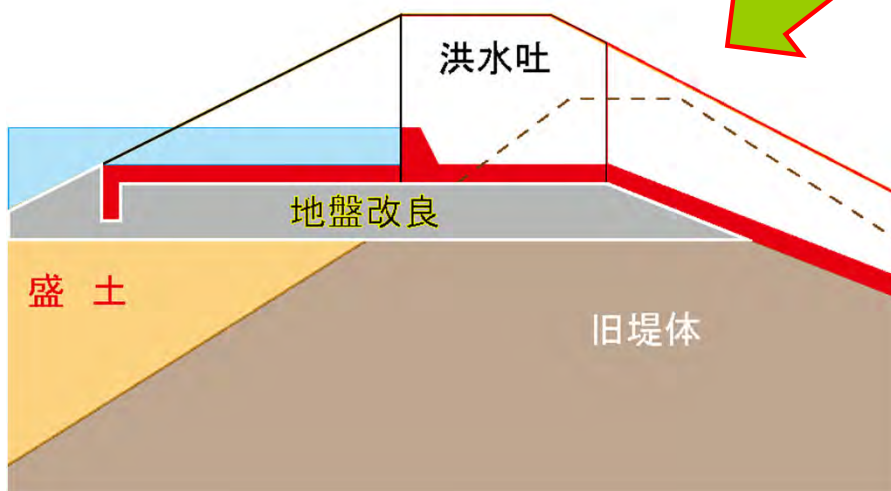
計画



現状



対策工法(案)



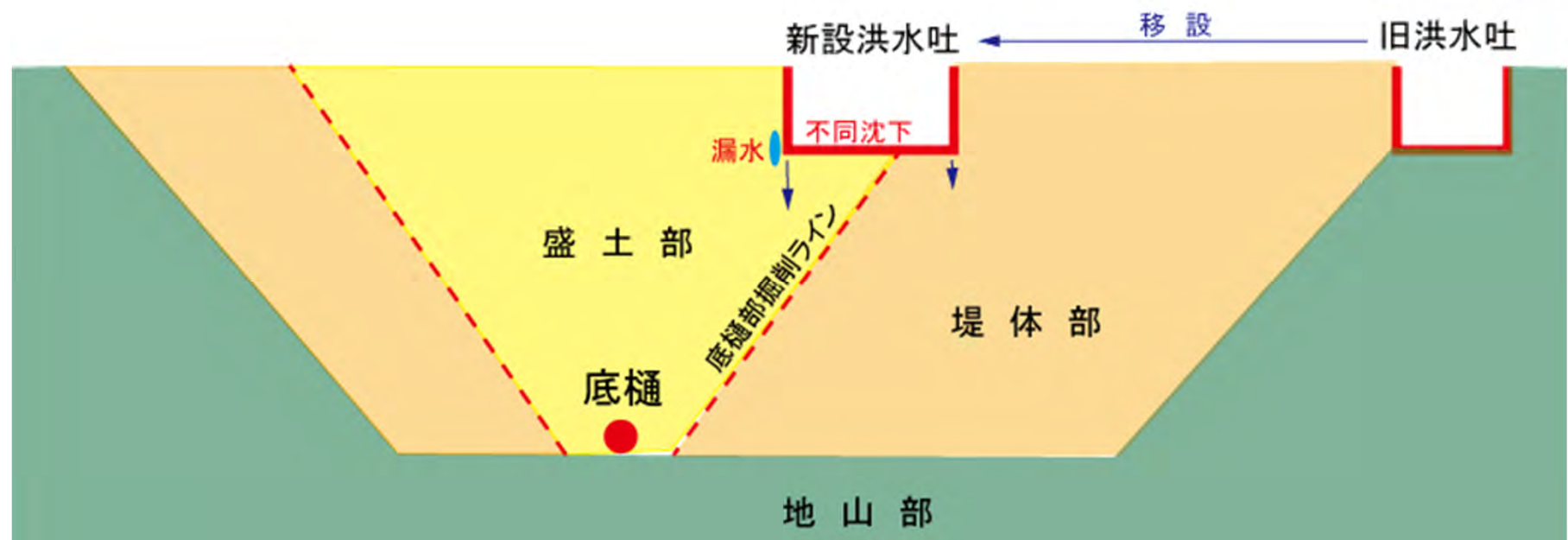
## 2. 各施設の考え方（盛土上の洪水吐水路の不同沈下）

堤体の地山部にあった洪水吐を堤体盛土部に移設した事例です。

しかも新設洪水吐は、下図に示すように構造物の半分が盛土部にのっており、設置後直ぐに構造物が不同沈下したため、水路下部にパイピングが発生し、漏水が発生しました。

改修工法としては、水路側壁部を水路の基礎部まで掘削し、刃金土に置き換えました。施工後、3年経た現在、漏水は確認されておりません。

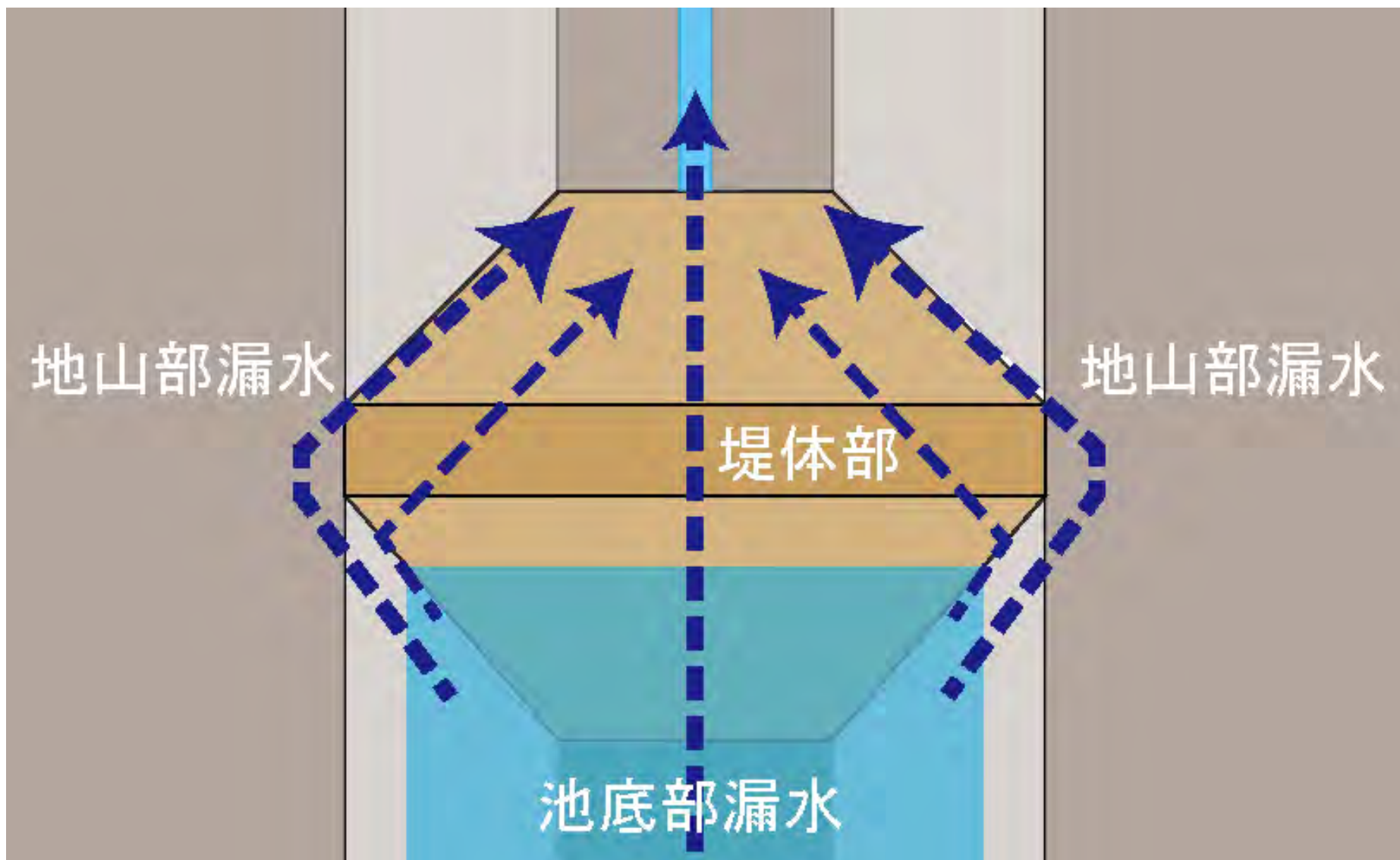
下の洪水吐の写真は、新設洪水吐が盛土部と地山部の境目に計画されたため、盛土部に圧密沈下が起こり、洪水吐越流部が傾いた事例です。





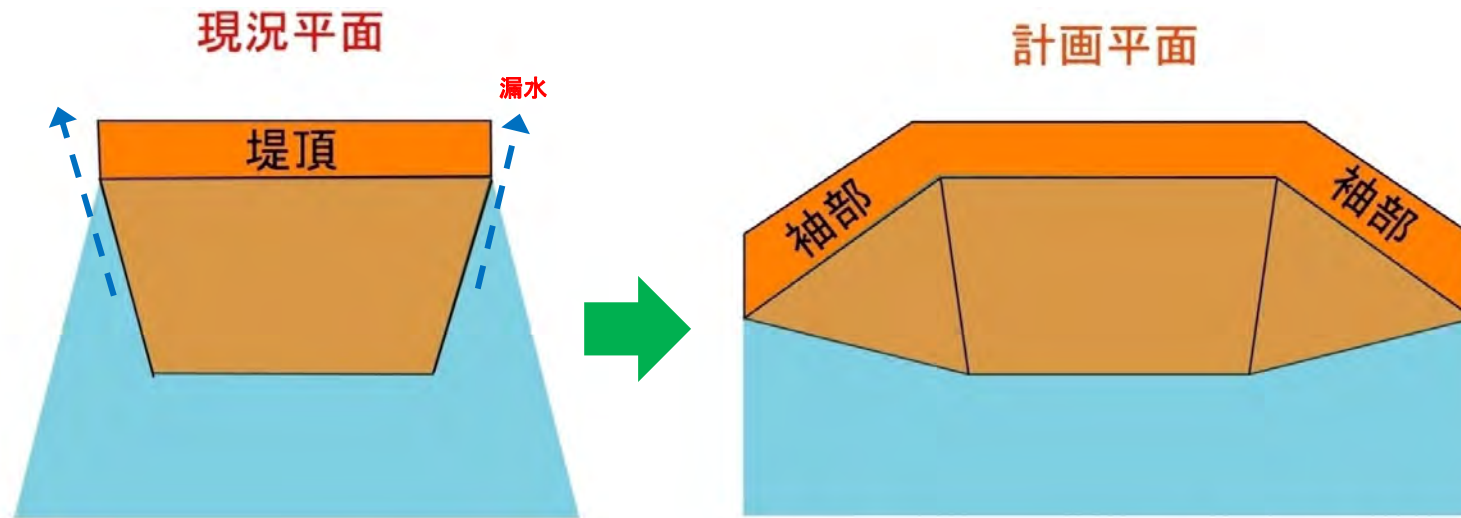
## 2. 各施設の考え方 (堤体袖部巻込み事例)

ため池が立地する地山部や池底に透水層がある場合、地山部や池底を通しての漏水が推測される事例があります。この場合、堤体袖部の巻込みや池底にブランケットで対応する必要があります。



## 2. 各施設の考え方 (堤体袖部巻込み事例)

堤体ボーリングの結果、堤体と地山の境から漏水が推定される場合は、現堤体に袖部を追加することで止水を確実にします。

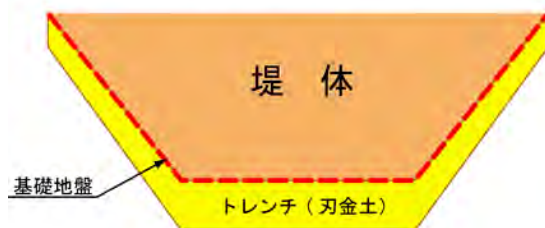


## 2. 各施設の考え方 (堤体基礎部・袖部巻込み事例)

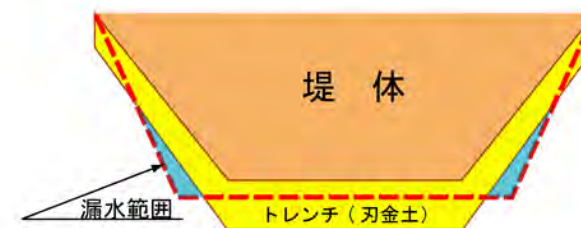
ため池改修後に、漏水が多くみられる事例としてトレンチの地山部への突っ込みが足りない場合が多いようです。

ボーリング地点が少ない場合、設計段階では判断しにくいため 施工時における基礎地盤の確認は重要です。

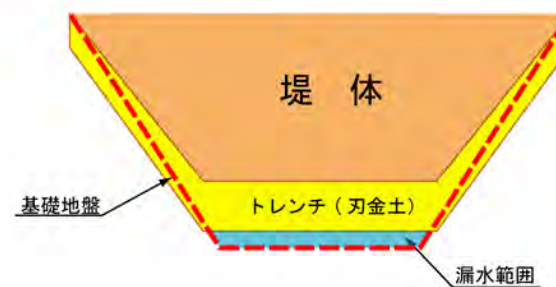
計画時点



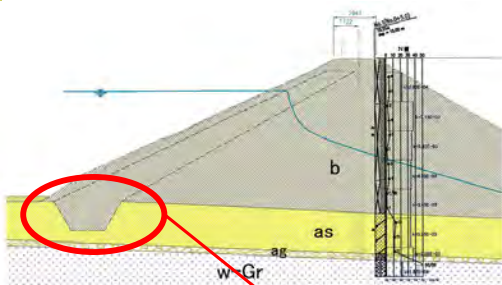
施工後



地山部の基礎地盤が深い場合



池底部の基礎地盤が深い場合



地質層序表

地質時代	地質名	地質記号	記事	確認層厚 (m)	戸数の範囲 (層)
新生代 第四紀	堤体盛土	b	全体に粘性土状を呈し、赤褐色部は砂混じり粘土～砂質粘土、黄褐色部は砂質粘土～粘土質砂状である。含水比は上部では中位、下部では中位～高くなる。粘性は全体に中位～小さい状態にあり、赤褐色部は大きい。	10.00	1～5
	沖積層 砂質土	as	暗灰色を呈する礫混じり砂となる。砂粒子は中粗砂を主体とする。全体にφ5～30mm程度の花崗岩未風化層～風化塊を混入する。腐植物片や植物根をよく混入する。	2.80	11～13
	礫質土	as	沖積基礎層の砂礫層で、暗灰色を呈する。礫は硬質な花崗岩礫を主体とし、最大礫径はφ60mm程度あり、稀に風化礫も含む。砂粒子は粗粒砂を主とする。	0.40	-
中生代 白亜紀	風化花崗岩	w-Gr	まさ状風化を呈する粗粒の花崗岩。φ2～5mmの石英・長石粒を多く含み、下部では最大φ20mm程度ある。コアは指圧破壊が可能な硬さを有する軟質岩である。色調は黄褐色～灰白色を呈する。	1.15	50以上



堤体基礎部に砂礫層が存在する事例が多い

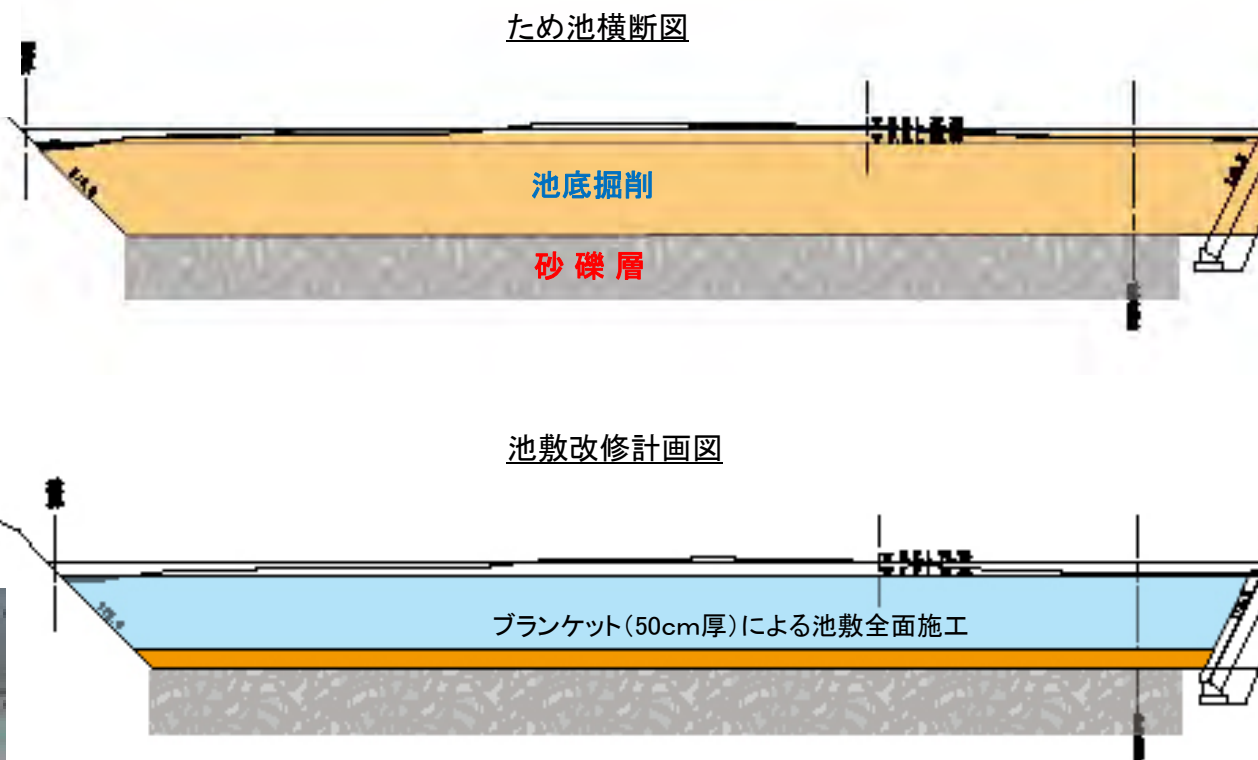


## 2. 各施設の考え方 (池底掘削が砂礫層まで達した事例)

池敷掘削により計画貯水量を確保したが、池底に砂礫層があり、漏水により満水にならなかった事例です。

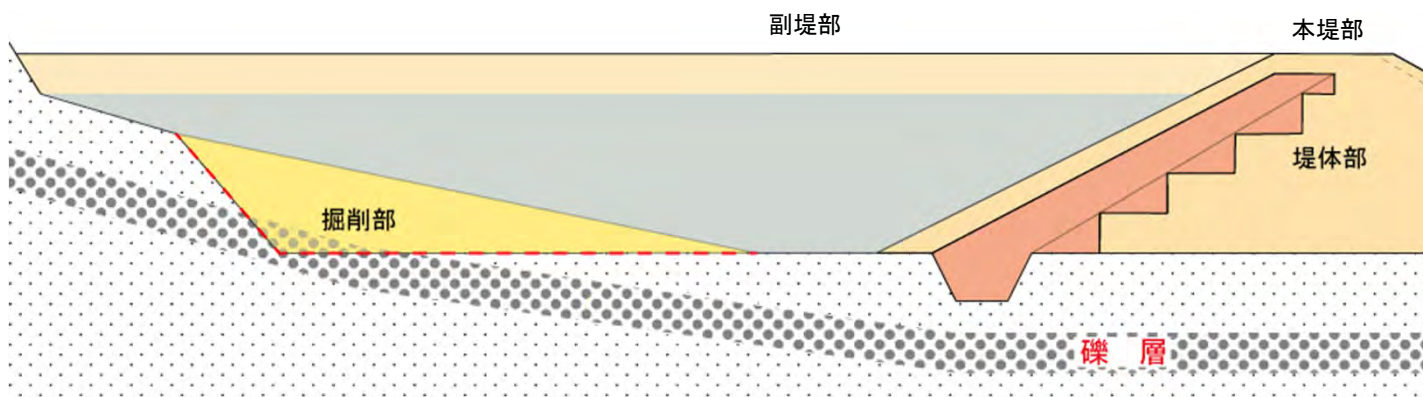


池敷きに砂礫が確認できる



## 2. 各施設の考え方 (池底掘削が砂礫層まで達した事例)

山間部のため池で池底を掘り込む場合、下部の礫層に達することがあるので留意する必要があります。



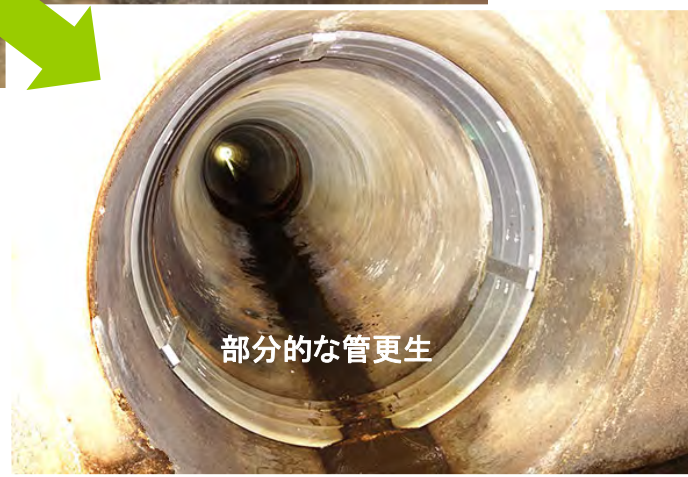
対応策としてブランケットを施工し漏水防止としています

## 2. 各施設の考え方（土砂吐の基礎処理&底樋接続部）

土砂吐と底樋の接続部にクラックが発生した事例です。

築造10年目にクラックが確認されました。土砂吐基礎部の改良が不足していたものと推測します。

部分的な管更生と刃金土による埋戻しで対応しました。



堤体部は刃金土による埋戻し

## 2. 各施設の考え方 (土砂吐の基礎処理 & 底樋接続部)

重量構造物である土砂吐部は良好な基盤上に設置すべきであり、「ため池整備」においても同様な記載(下図参照)が見てとれます。右図の事例は、深さ4mのトレンチ部に土砂吐を設置した結果、トレンチ部の粘性土の圧密により土砂吐が沈下し、かつ底樋部は松杭の設置により沈下しなかった結果、施工後約10年で土砂吐部と底樋のつなぎ目が破損した事例です。このようなケースでは今後も土砂吐の沈下が考えられますので土砂吐・斜樋の再改修が必要かと判断します。

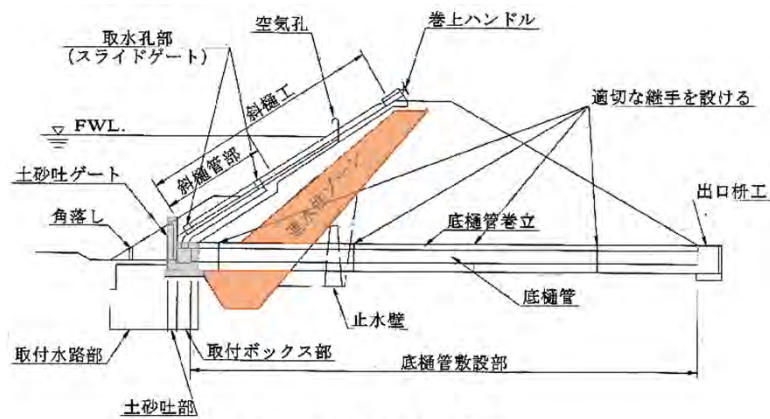


図-3.5.1 取水施設参考例 (斜樋型式)

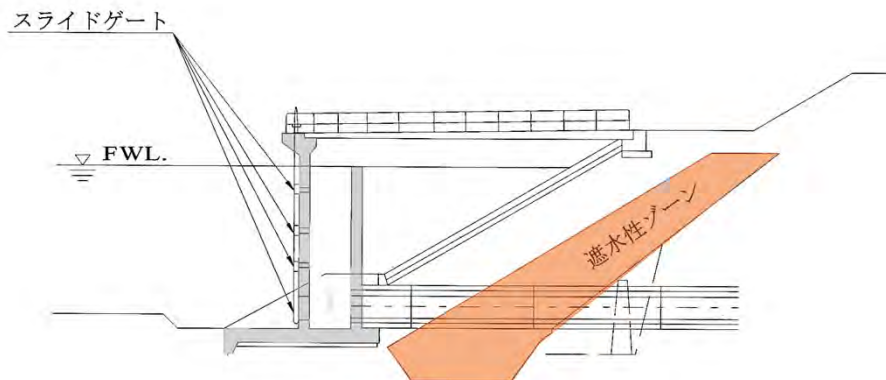
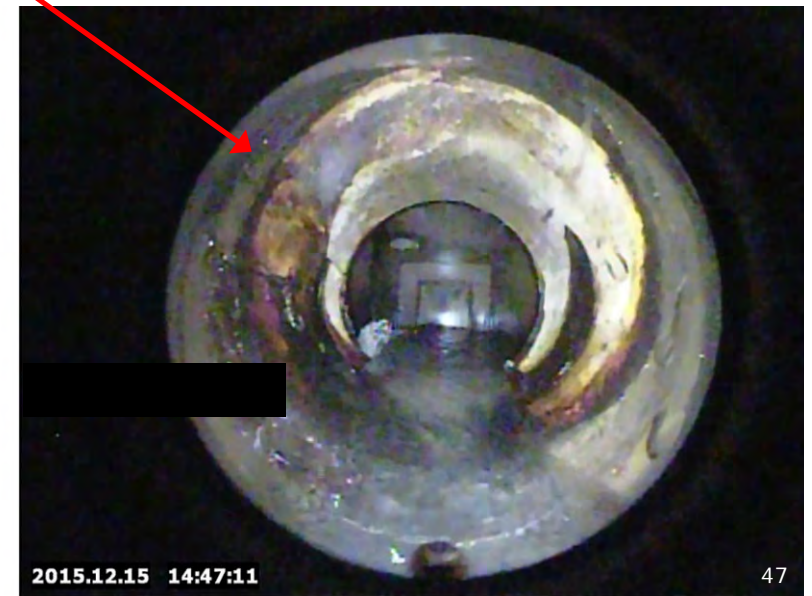
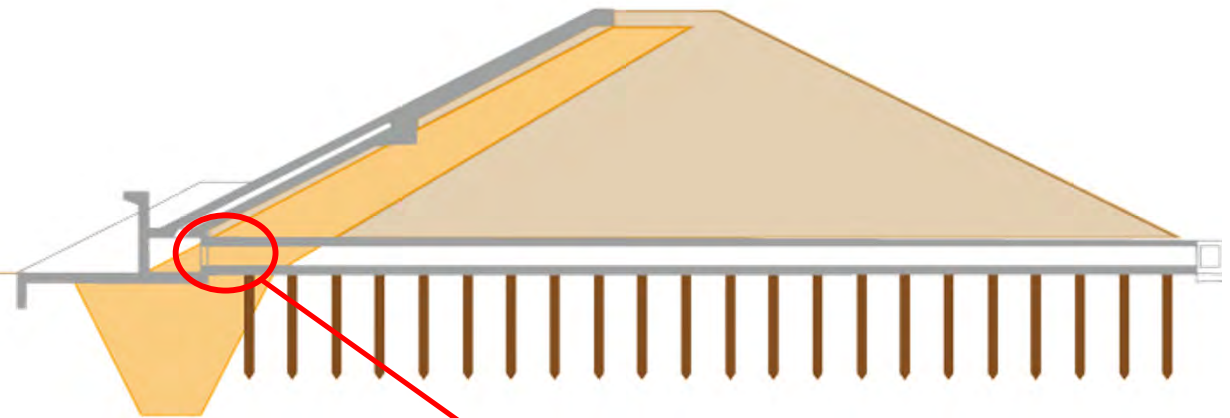
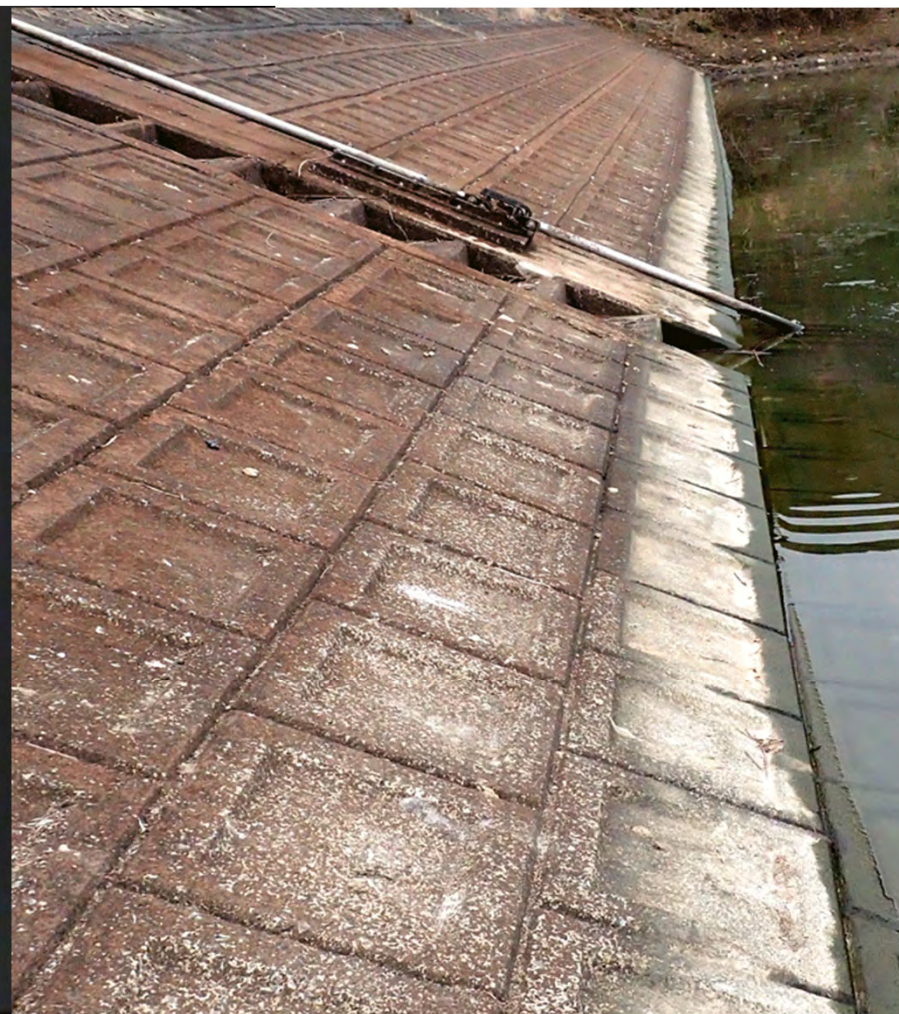


図-3.5.2 取水塔参考例 (取水塔型式) 「ため池整備」平成27年5月 p.105 参照



## 2. 各施設の考え方 (土砂吐の基礎処理 & 底樋接続部 動画)

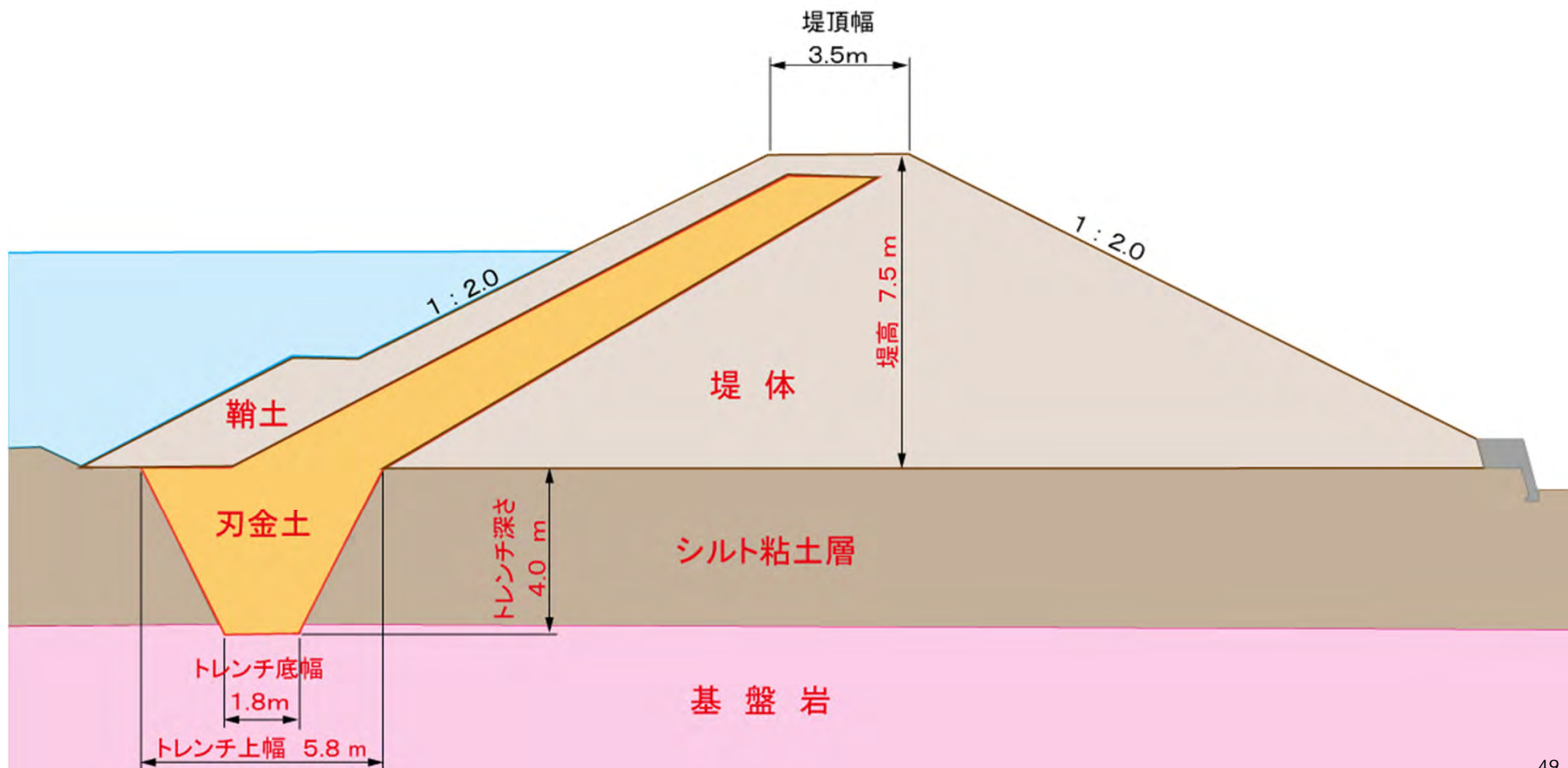




## 2. 各施設の考え方（土砂吐の基礎処理&底樋接続部）

当池のトレンチ部は深さ4m程度あり、シルト粘土層(N値0~5程度)を底幅1.8mで掘削することは不可能であったと推測します。実際、当時の施工業者からの聞き取りでは、まともな刃金土としての転圧は出来ず、掘削箇所に粘性土を投入したのみと言うことでした。

土砂吐設置後、約10年をかけて土砂吐部の基礎部が圧密沈下した結果、土砂吐と底樋の接続部に破損が生じたものと考えます。



## 2. 各施設の考え方 (土砂吐の基礎処理 & 底樋接続部)

当池の場合、トレンチ部の深さは4mを超えていたため、中層地盤改良にて基礎処理を行い、土砂吐・斜樋を再改修しました。



## 2. 各施設の考え方 (底樋部に不同沈下が発生した事例)

築10年後にすべての接手部にクラックが発生した事例です。

### 対応策

- ① 良好な地盤への位置変更
- ② 基礎地盤の均一的な改良
- ② あご(受台)の設置

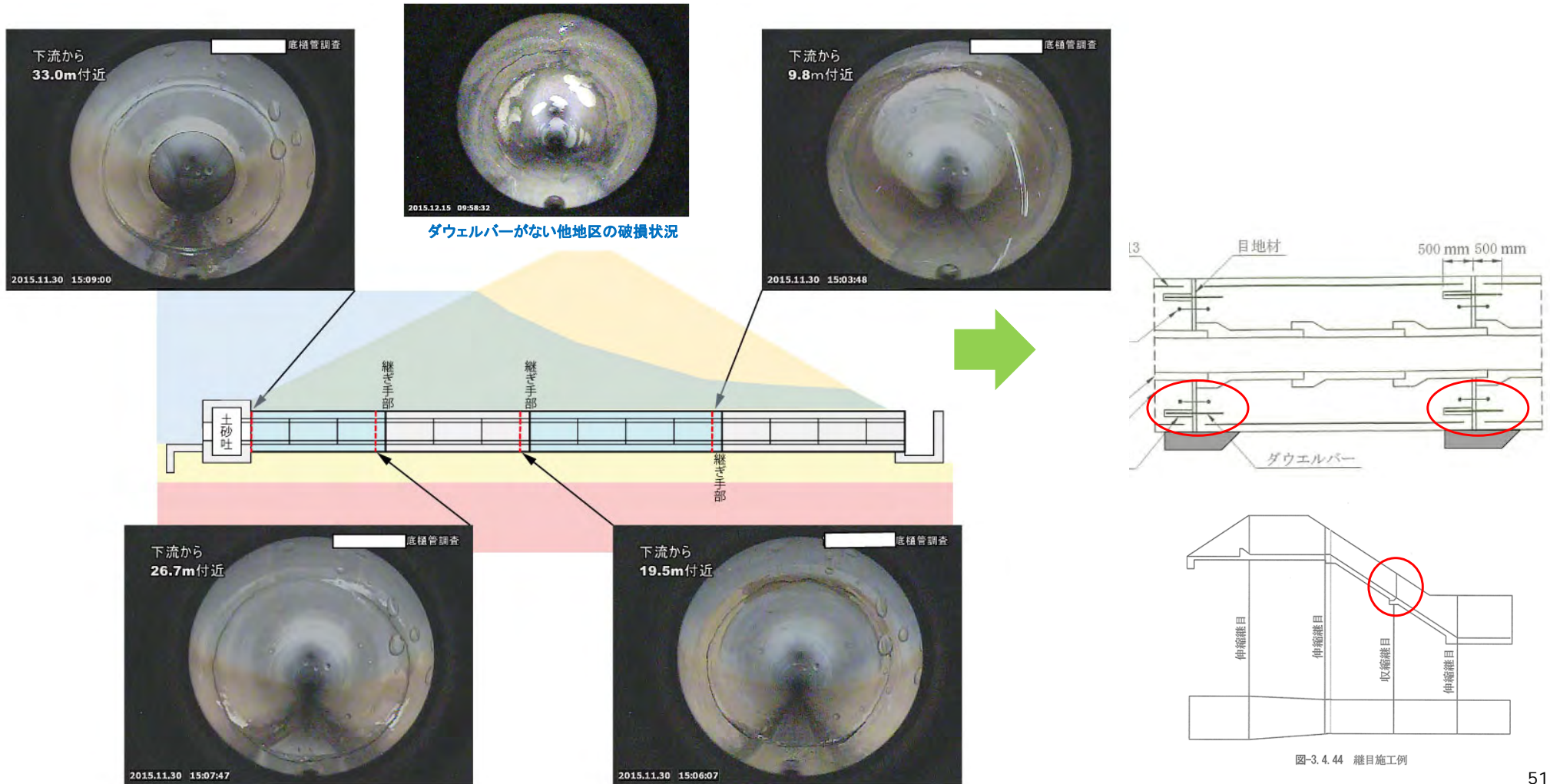


図-3.4.44 継目施工例

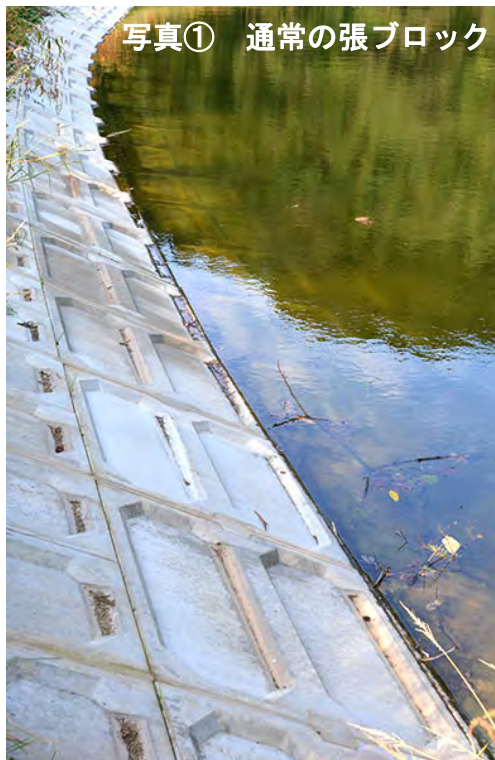
## 2. 各施設の考え方 (洪水吐等に不同沈下が発生した事例)

盛土部は粘性土の圧密によって構造物が不同沈下する恐れがあります。そこで盛土に構造物を築造する場合、基礎部の地盤改良が必要となります。

下の写真は堤体が圧密され不同沈下した事例です。(水際と張ブロックのラインに注目)

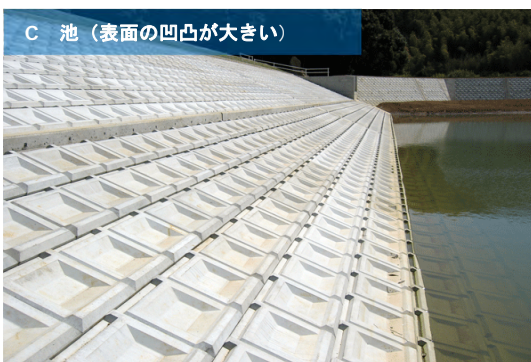
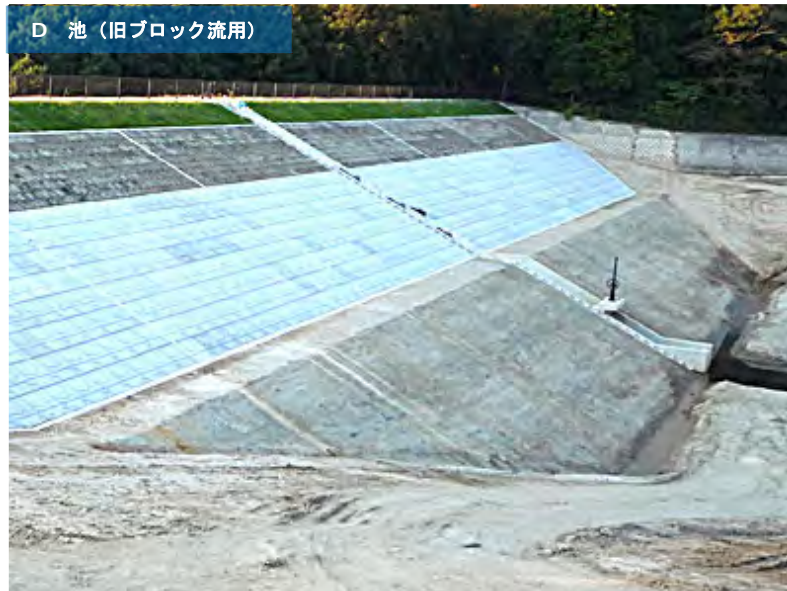
右下の写真(③、④)は、盛土上に築造された構造物が不同沈下したものです。

下の写真はブロック積が堤体の沈下により変形しています。



## 2. 各施設の考え方（張ブロックの事例）

近年、大型ブロックが安価となり採用が増えています。条件としてブロックを釣り上げるクレーン車の搬入が可能な池に限られますが、安価でしかも工期短縮につながります。



## 2. 各施設の考え方 (張ブロックの事例 : 防災型張ブロック)

- 使用用途として、**ため池**、河川、クreek、遊水地などの護岸工事に使用できます。
- ブロック表面部縦目地が細かく配置され、表面排水に優れているため、ほこり、土砂などの溜りの抑制効果があります。
- 表面形状前面に渡り階段状となり、足掛として作業性、安全性が向上します。
- 表面形状の凹凸を細かく設置しているので、**転倒、滑落時の手掛かりとしての機能**を有しています。
- 大型張ブロックであるため、工事費の削減、機械施工による省力化及び工期短縮を図れます。

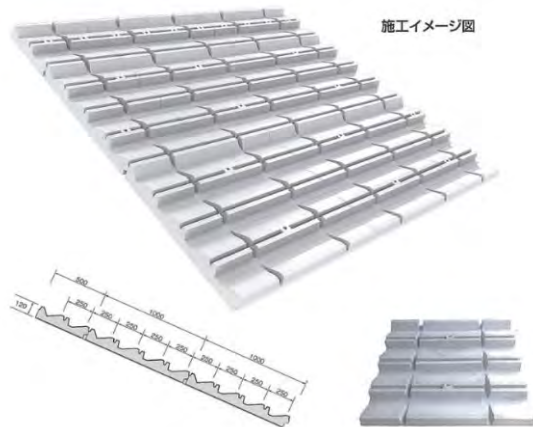
防災型張ブロック



西日本新聞 H26.8.15

防災型張りブロック(滑り止め張りブロック)

2013.10月現在



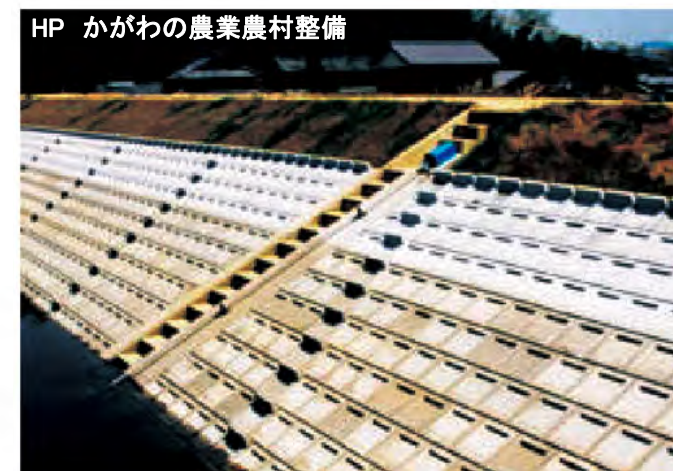
## 2. 各施設の考え方 (張ブロックの事例 : 防災型張ブロック)

農政局の工事標準図(案)の中に、防災型張ブロックが図示されています。

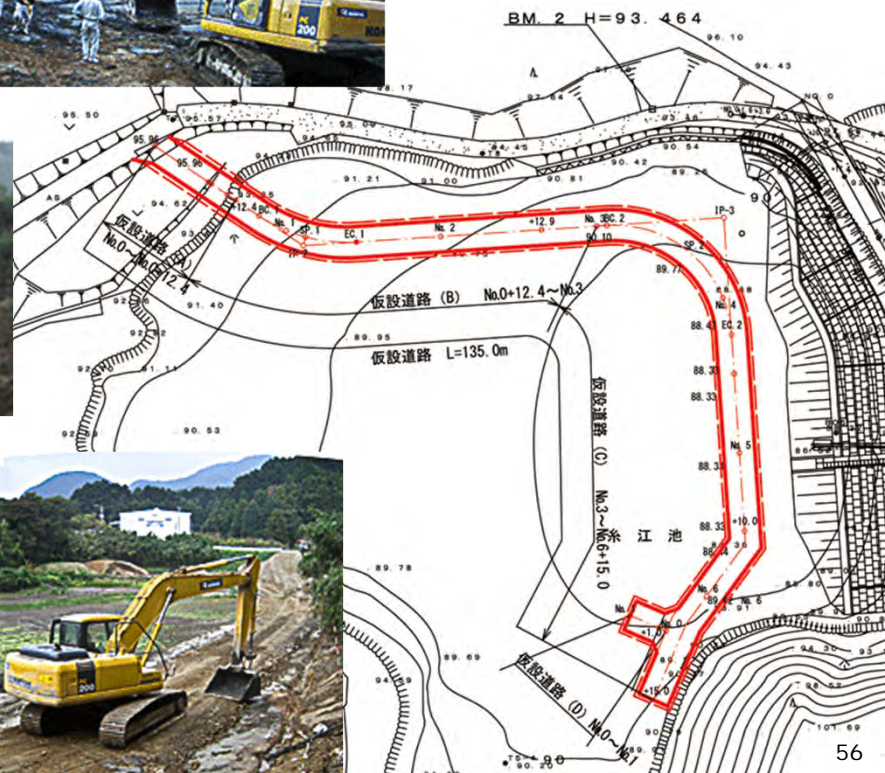


法 勾 配	1:2.0	
法 長	7500	
比 率	標 準 型	85.56%
	突起 (防災型)	14.44%

香川農地防災事業  
ため池改修工事標準図(案)  
堤体工 堤体附帯工 上流側法面保護工 参照



## 2. 各施設の考え方 (地盤改良を必要とする仮設道路)





## 2. 各施設の考え方 (地盤改良を必要とする仮設道路)

### 課題

#### 時間を要する

参考例の場合、L=135mの仮設道設置に準備段階を含めれば39日を要した。日当たりの進捗率は、3.5m/日(=135/39)であった。

#### 概略設計である

仮設道の設計は、ほとんどが推定値により設計されているため実施段階での相違が著しいため、多額の設計変更が生じている。

#### 改良材数量の矛盾

設計に用いる配合試験の材令は7日である。実施においては改良後、翌日には次施工にとりかかっている。このため実施段階では、設計数量の1.5~2.0倍の改良材が必要となっている。  
(参考例の場合、実施時に計画の約2倍の改良材を必要とした。)

### 提案

#### 工程の再検討

ため池工事の全体工程計画時に、改良の実工程を考慮し、かつ地区内の他事例を参考に余裕のある工程を組む。

(道路延長にもよるが最低1ヶ月から2ヶ月は必要である。この結果、単年工事が2ヶ年となることもありえる。)

#### 土質調査の追加

仮設道路詳細設計のために、計画地点の土質調査を行う。

調査内容としては、ポータブルコーン貫入試験とし、地盤の変化点と推測される箇所調査を実施する。

#### 現地配合試験の追加

セメント系改良材の配合試験は室内配合試験で実施されている。しかし、室温と現地改良土の地温の温度差が著しい場合、強度の発現には差異が生じているものと推測する。そこで、室内試験と同時に現地での配合試験も必要である。



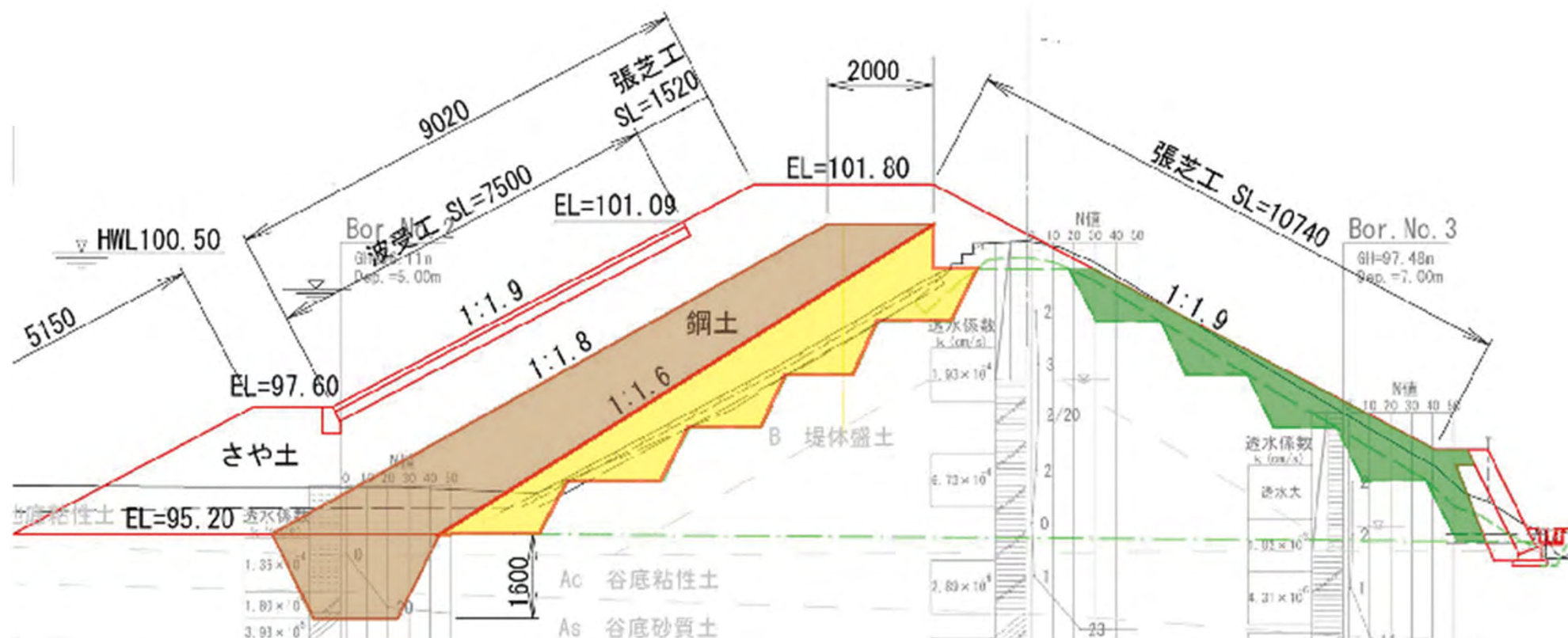
ポータブルコーン貫入試験

### 3. 施工監理における留意点 (刃金部と段切部が離れている場合)

刃金部(鋼土)と段切部は同一材料(刃金土)で一体施工します。

もし、下図のように刃金部と段切部が離れている場合は、その間(黄色着色部)も刃金土で施工する必要があります。

また、堤体下流の盛土部(緑色着色部)において施工幅が極めて狭い場合は、転圧機種や土質(粘性土)に十分留意する必要があります。



### 3. 施工監理における留意点 (ゲート設置の場合)

ゲート設置は躯体同時施工や箱抜きの作業が必要となります。



箱抜きがない事例



### 3. 施工監理における留意点 (ストックパイル)

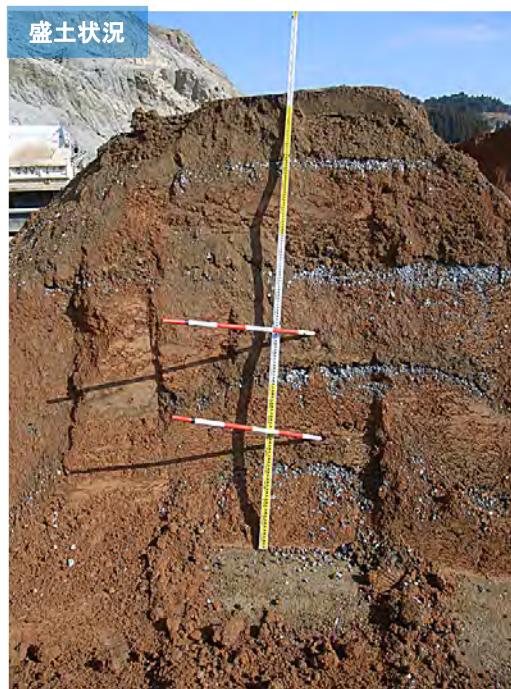
フィルダムを建設する際にダム堤体の材料を工事現場に運び込むための方法の一つです。

土取場や原石山で採取した土や岩石をダムに直接運搬する方式を直送方式といい、一旦別の場所に仮置きして、さまざまな加工や調整を行い、そこからダムに運ぶ方式をストックパイル方式といいます。

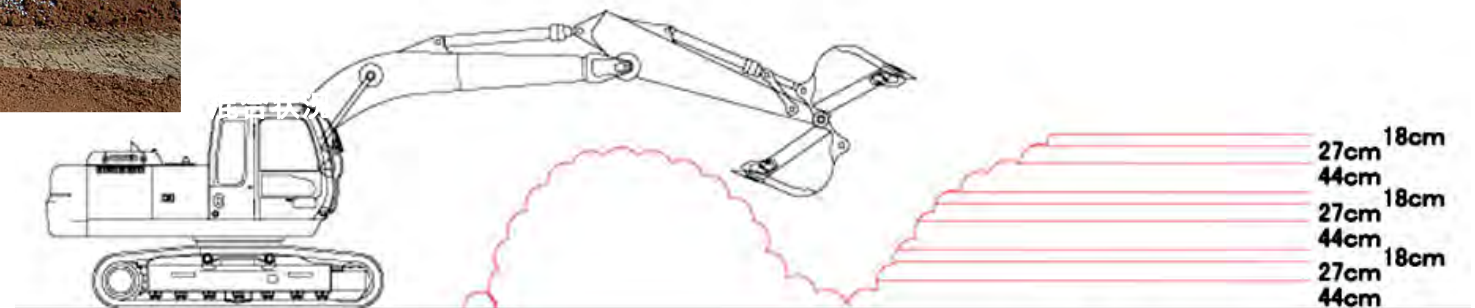
ダム事典[用語・解説](ストックパイル方式)



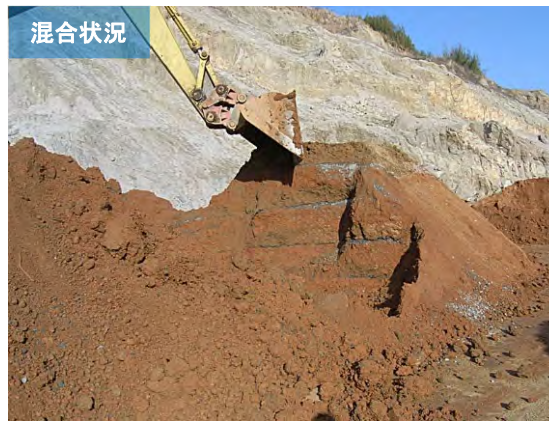
盛土状況



盛土状況



18cm: 砕石  
27cm: スtockヤード土  
44cm: 地山粘土

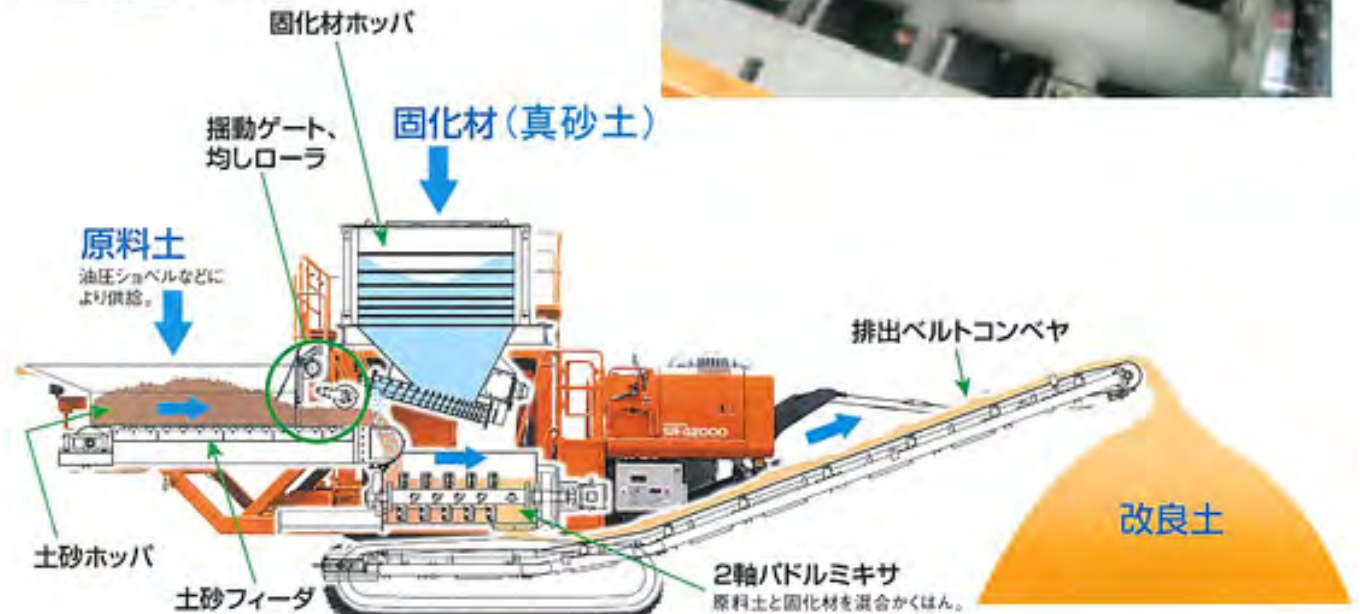


混合状況

- ① 層厚は細粒材料が均等に敷きうる最小の厚さを限度として、なるべく薄くするのがよい。
- ② パイルの基礎及び土面は排水を考えて勾配をつける。
- ③ パイルの高さは使用するトラクタショベルの効率の良い掘削高さである3～5mとする。

### 3. 施工監理における留意点 (粘性土混合機械)

粘性土を生石灰や真砂土と混合する場合、混合ムラがしやすい。均一な混合を行うためには機械混合も有効な手段のひとつである。

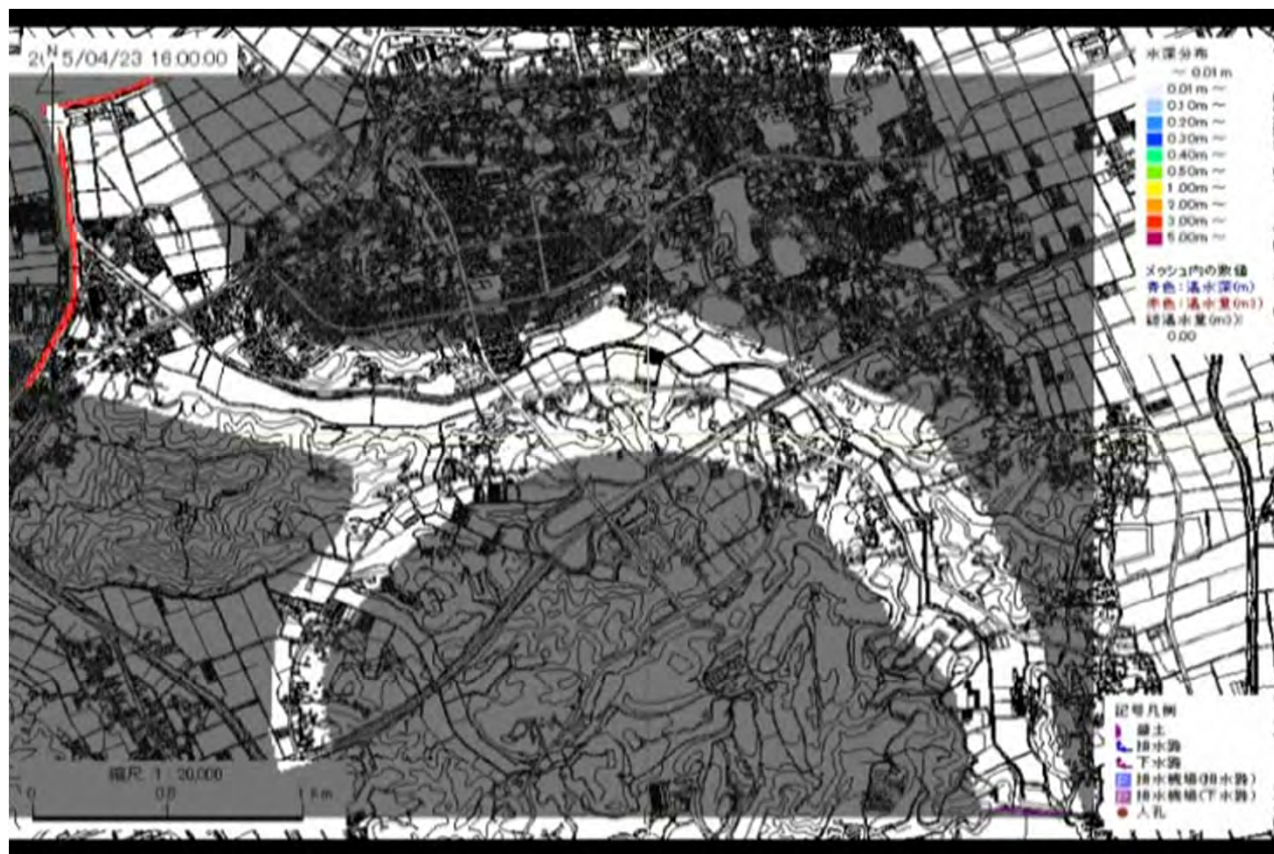
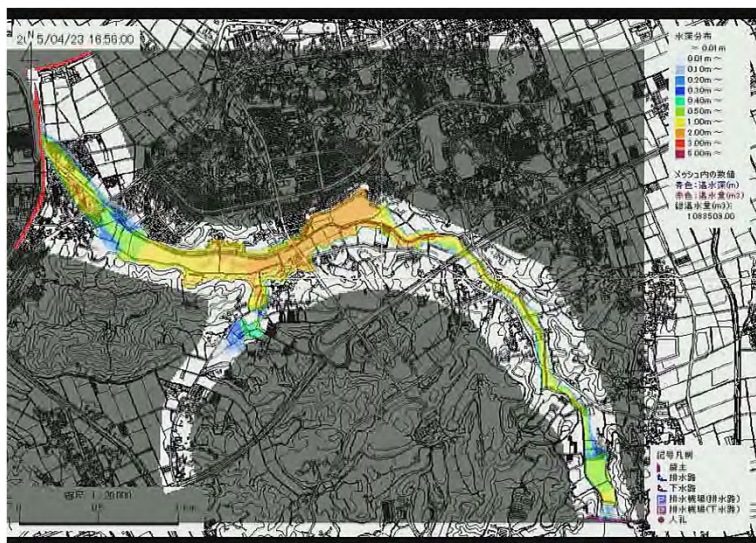


## 4. 新工法 (ハザードマップ作成における氾濫解析 動画)

近年、堤体決壊時におけるハザードマップ作成に用いる洪水解析が必要となってきました。

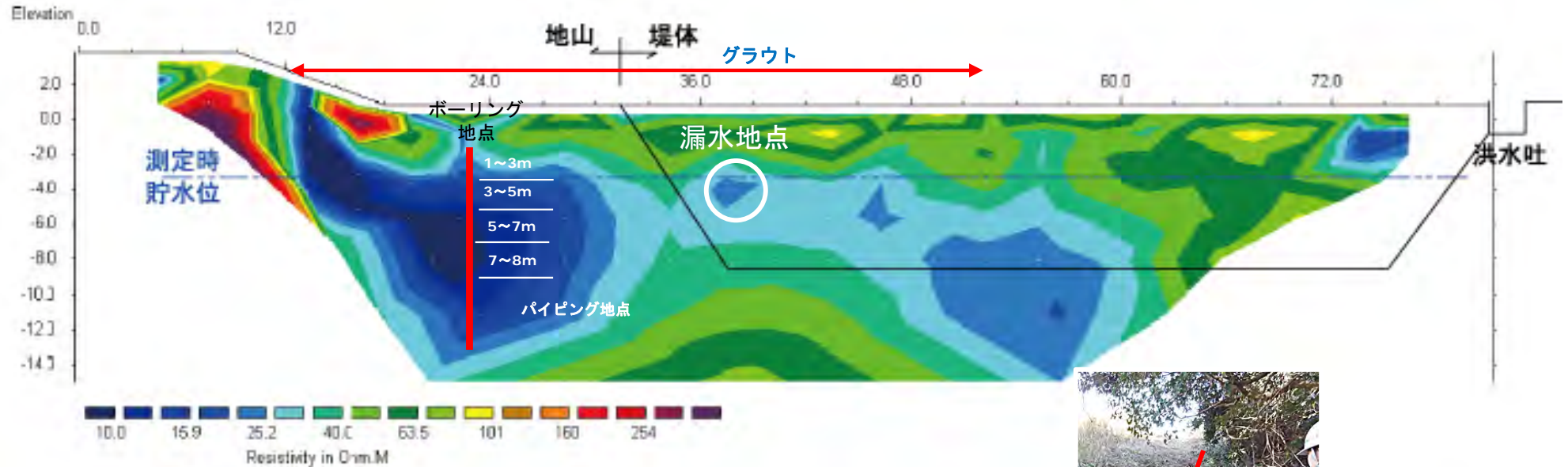
洪水解析は、まず地形データを国土地理院(国土交通省)のHPからダウンロードし、解析ソフトに地形データやため池諸元を入力し、洪水解析を行っています。

この解析結果を用いてハザードマップを作成しています。



### 3. 新工法 (電気探査調査 1/2)

- 電位差を利用した堤体断面の診断方法です。
- 青色の部分に水分があり、漏水の可能性あります。



区間 (m)	透水係数
1~3	$6 \times 10^{-3}$ cm/s
3~5	$5 \times 10^{-3}$ cm/s
5~7	$3 \times 10^{-3}$ cm/s
7~8	$2 \times 10^{-4}$ cm/s

漏水区間?



#### 解析結果

漏水経路は堤体部ではなく、堤体左岸地山部に漏水エリアがあると推測しました。ボーリングの結果、上記の透水係数を得ました。

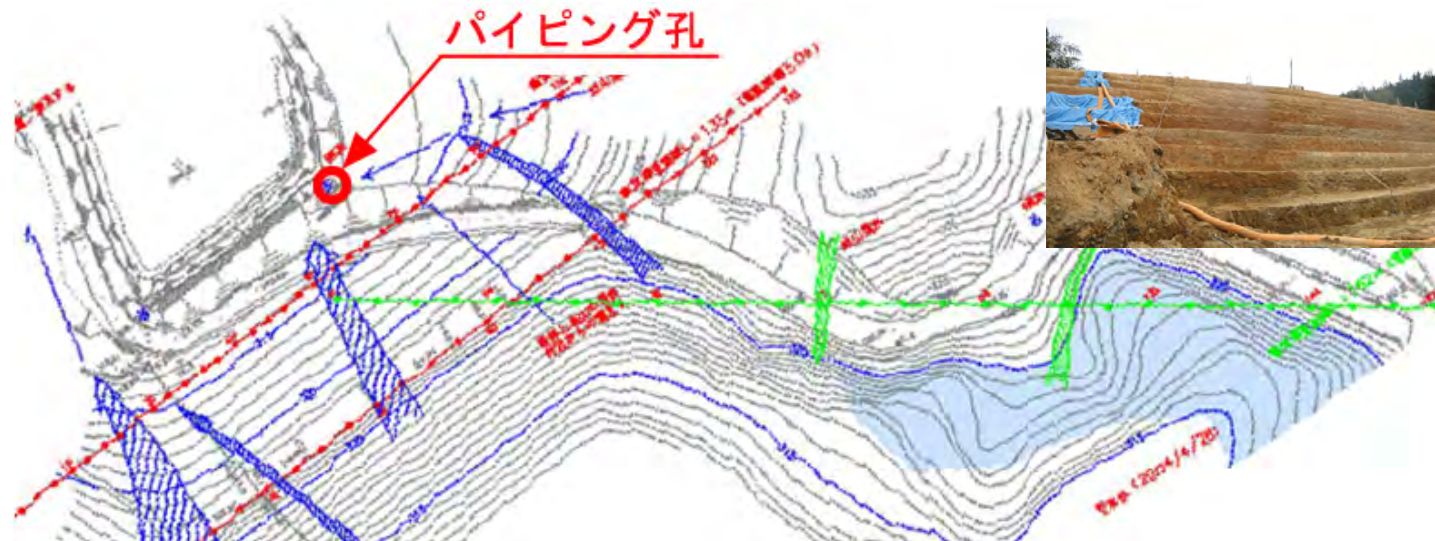
電気探査結果をもとにグラウト工法により工事をを実施しました。

その結果、地山部のグラウトでは漏水は止まりませんでした、白マル地点でのグラウト工で止水ができました。

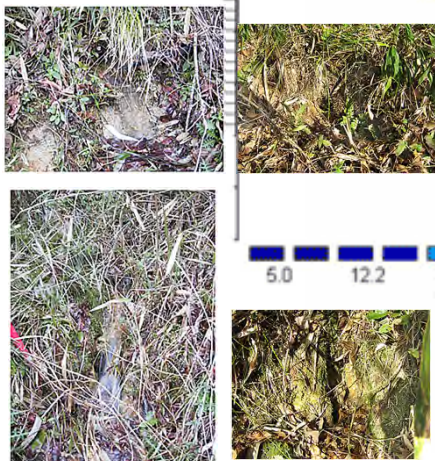
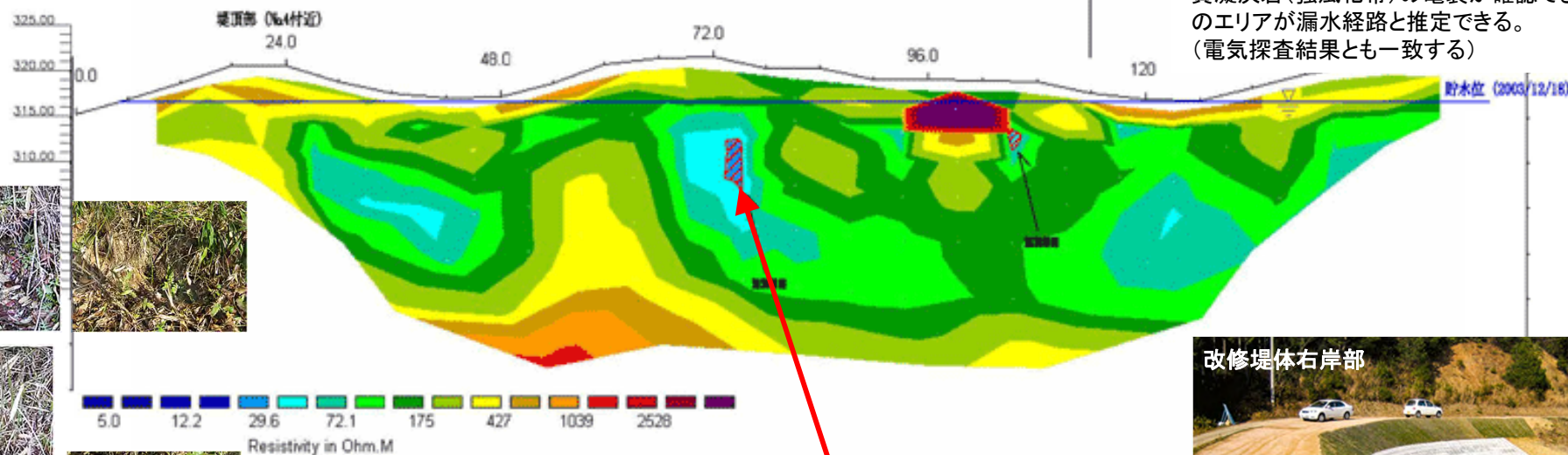


### 3. 新工法 (電気探査調査 2/2)

電気探査により堤体右岸部に漏水経路があると推定し、右岸部に堤体袖部を築堤することで漏水を止めました。



堤体と右岸地山のすりつけ部(境部)に流紋岩質凝灰岩(強風化帯)の亀裂が確認できた。このエリアが漏水経路と推定できる。(電気探査結果とも一致する)



漏水状況 1ヶ/s H15

現在

堤体と右岸地山部の境に漏水経路が推定できる。

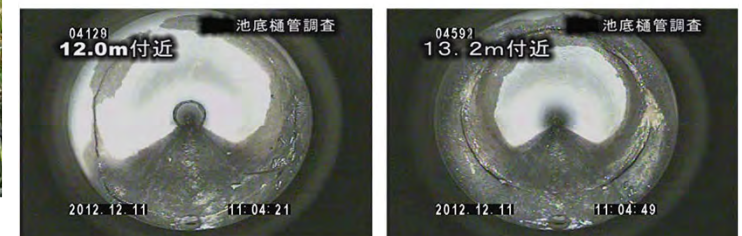
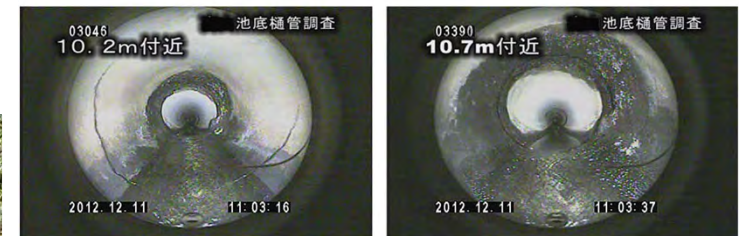
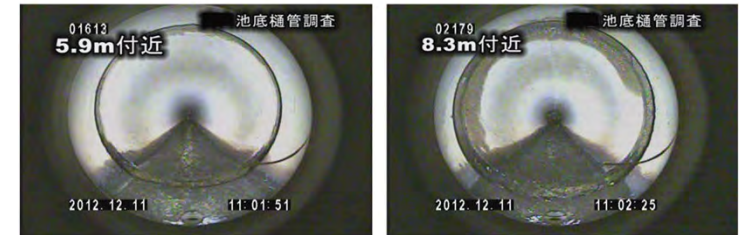
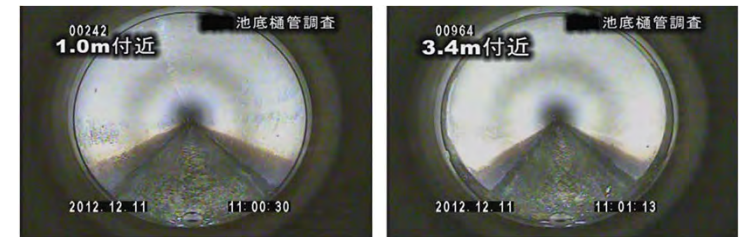




## 4. 新工法 (底樋カメラ調査)

旧況の底樋管の現状把握のため、管径φ150以上の底樋管を自走式のカメラにより調査を行う。管径の大小により各種のカメラを用い分けています。

調査の結果から底樋管を更生工法により施工可能か判断します。



## 4. 新工法 (底樋管更生)

ため池整備によれば底樋の改修最小口径は $\phi 800$ です。ほとんどの工事において堤体の掘削が必要となり、工事費も多額の費用を必要とします。

しかしながら市町村の団体営工事においては経費削減が求められており、現況底樋の利用を図るべきです。このためには現況管の管更生が必要となります。近年、 $\phi 180$ の施工実績があります。

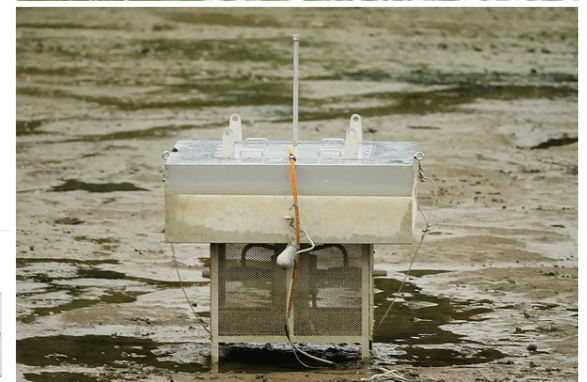
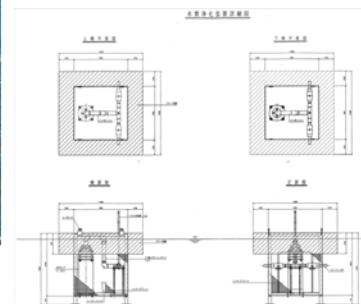


## 4. 新工法 (水質浄化装置:超微細気泡)

ため池の水域全体の溶存酸素を高めるためには、20～30ミクロン以下の超微細気泡を大量に水中に供給する必要があります。

20～30ミクロン以下の空気の超微細気泡は、数十時間水中に浮遊するので水域の隅々まで拡散して溶存酸素(DO)濃度を高めることができる。

当装置は機械的に超微細気泡を作り出すことで水質浄化を行うものです。現在、福岡県内では2池において効果測定の実験が進行中です。



## 4. 新工法 (ため池水位遠隔監視システム)

近年のため池災害の頻発により、地元自治体や住民の皆様のため池に対する防災意識の変化で監視システムに対する関心が高まっています。

ため池の水位をセンサーで常時モニタリングしてクラウドサーバーへ送り、インターネットを介して、「現在/過去水位」、「予測水位」などの情報を農家の自宅など遠隔で監視することができます。様子を見にため池に足を運ぶことは不要となります。また水位が急激に変動すると農家で構成する水利組合や自治体など関係各所に警報通知メールを送信します。それによって水門を開くなど、ため池の決壊を防ぐ対策をタイマーに実行することが可能となります。

更にシステムの構成により、ため池に漏水が起きているか検知することも可能です。漏水を放置しておくと決壊をもたらす危険性が高まります。漏水を検知できれば、堤の補修などの対策を予め施すことができます。

(株式会社 協和エクシオ HP より抜粋)

**遠隔水位監視システムのイメージ**

雨量計などが設置された野  
道ため池  
(山口県土連提供)

### ため池水位遠隔監視 目視の危険避ける

山口県土地改良事業団体連合会(県土連、山口市)は、農業用水をためる山口市内のため池で「遠隔水位監視システム」の試験運用を始めた。集中豪雨で水位が異常に上昇した場合などに、関係先へ自動通報する仕組みだ。全国で豪雨災害が相次ぐ中、目視で確認してきた管理者の安全を守り、収集したデータを住民の避難に生かすのが狙い。

同市阿東徳佐下の野道ため池(貯水量56万5千トン、堤高22・3メートル)で1年かけ実施する。システムを開発した東京の情報通信会社と、ため池を管理する阿東土地改良区の協力を得て水位計や雨量計、流量計を設置し、観測データをサーバーで蓄積・解析。水位など

が警戒や避難が必要なレベルに達した場合、県土連、県などの担当者に注意、警告メールが届く。

「これまでは大雨警報などが出ると、同改良区の組合員が現地に向いて状況を確かしていた。目視では分からなかった漏水も把握できる」という。収集した情報を住民の避難に役立てる仕組みづくりにも取り組む。

機材の使用電力は太陽光発電シートを設置して賄う。

県内の農業用ため池は9905カ所、全国5番目に多い。その大半が江戸時代に整備された老朽化が進んでいる。2009年以降には、萩市や阿武町など3カ所で決壊。費用面で改善が追いつかない中、頻発する豪雨への対応が課題となっていた。

同様のシステムを県内で運用するのは初めて。県土連事業第1課の課長は「農家の高齢化が進む中、ため池の管理を省力化することにもつながる。ぜひ実用化につなげたい」としている。

2016.2.13 中国新聞 より抜粋



## 4. 新工法 (池面を利用した太陽光発電)

太陽光発電パネルの設置場所として農業用ため池の水面を利用する事例が増えてきました。

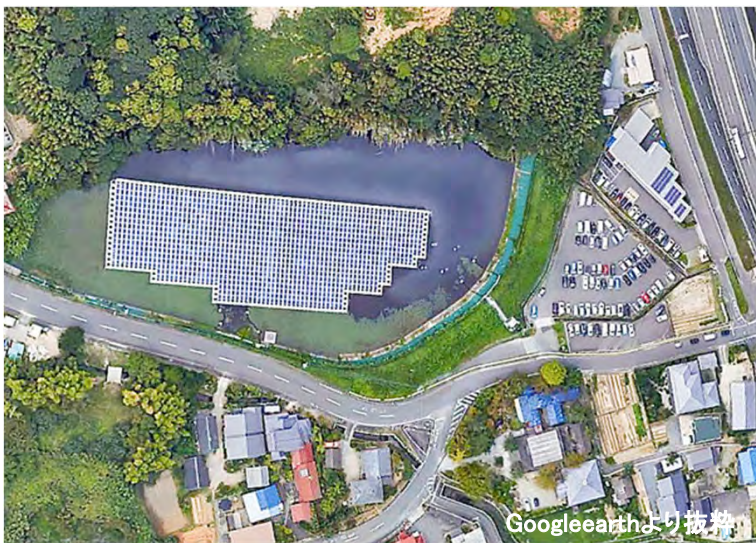
また、堤体法面が南方に向いている場合は、堤体法面もパネルの設置が可能です。

この事例は、都市部に立地する農業用ため池で受益面積が消滅した池の水面を利用したものです。設置業者は水面の利用料をため池の所有者に支払うことで事業を行っています。

今後他地区での利用形態として、太陽光で発電した電力を水質浄化のポンプに利用することも可能になるかもしれません。

現在、この事業については兵庫県が積極的に取り組まれているようです。

ただし、①景観又は眺望の阻害、②太陽光パネルの反射光による住環境の悪化、③土地の形質変更に伴う防災機能の低下、④設置計画の近隣への説明不足等によるトラブルが問題となっています(兵庫県HPより抜粋)。



# 4. 新工法 (薄層段切り工法 1/2)

## ■ 薄層段切り工法

ベントナイト系シートと同じ1:0.5の段切り斜面に厚さ20cm~30cmの薄層ベントナイト混合土層を設ける。ベントナイトシートにはない厚みの安心感がある。

又、ベントナイト混合土の薄層化により遮水層の下地問題の解消とコストダウンを可能にした。

## ■ ベントナイト混合土

砂質系土砂(まさ土又は砕石ダスト)にベントナイトを混合し人工の不透水粘土層を製造する。

ベントナイトの配合量により低透水の土質遮水材料を得ることが可能。



高知大学物部キャンパスにおける実験工事

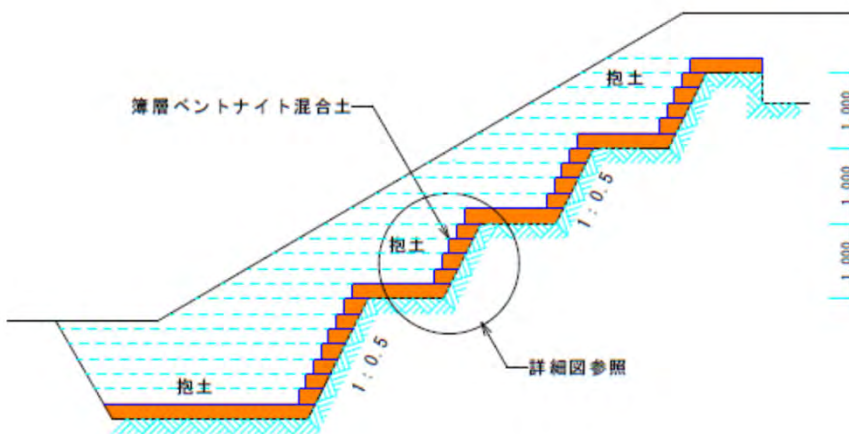
### ポイント

通常の刃金土の透水係数

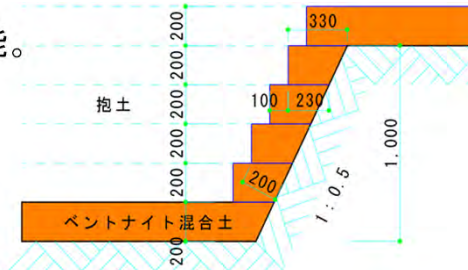
$$1 \times 10^{-5} \text{ c m/sec}$$



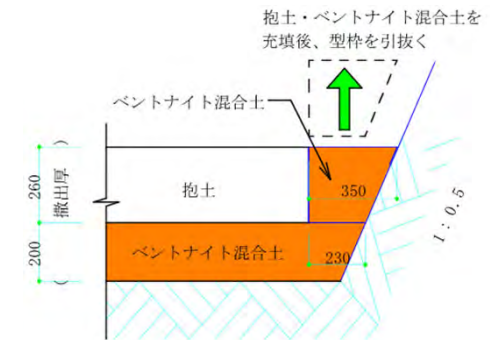
ベントナイト混合土の透水係数を $1 \times 10^{-6} \text{ c m/sec}$ 以下にすることにより遮水層の薄層化



ベントナイト混合土の薄層段切り工法



小段部のベントナイト混合土層



ベントナイト混合土層の施工サイクル

当工法は平成30年度より実施した農林水産省の官民連携新技術研究開発事業によるものです

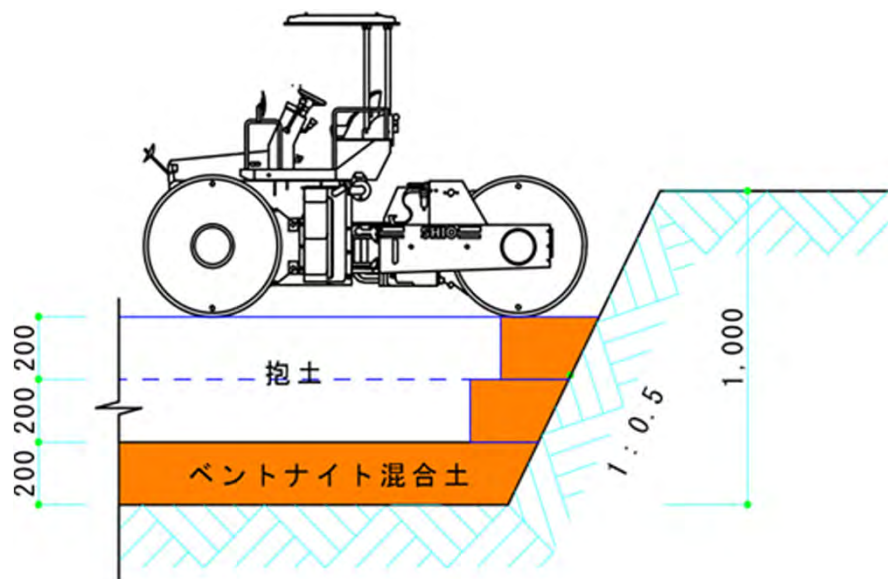
試験研究機関

島根大学 : 高知大学 : 農研機構

参加企業

株式会社ホージュン 担当 佐古田・溝渕 : 家島建設株式会社 担当 下村

## 4. 新工法 (薄層段切り工法 2/2)



抱き土とベントナイト混合土を同時に転圧

### ■薄層段切り工法施工写真

資料提供  
 株式会社ホー Junction 環境事業部  
 東京事務所 担当 佐古田  
 大阪事務所 担当 溝 渕



型枠内にベントナイト混合土投入



抱き土撒き出し



ベントナイト混合土投入用型枠



型枠引き抜き



ベントナイト混合土層と抱き土を同時転圧

## 4. 新工法 (鉛直遮水壁工法 1/2)



高知大学物部キャンパスにおける実験工事

### ■鉛直遮水壁工法

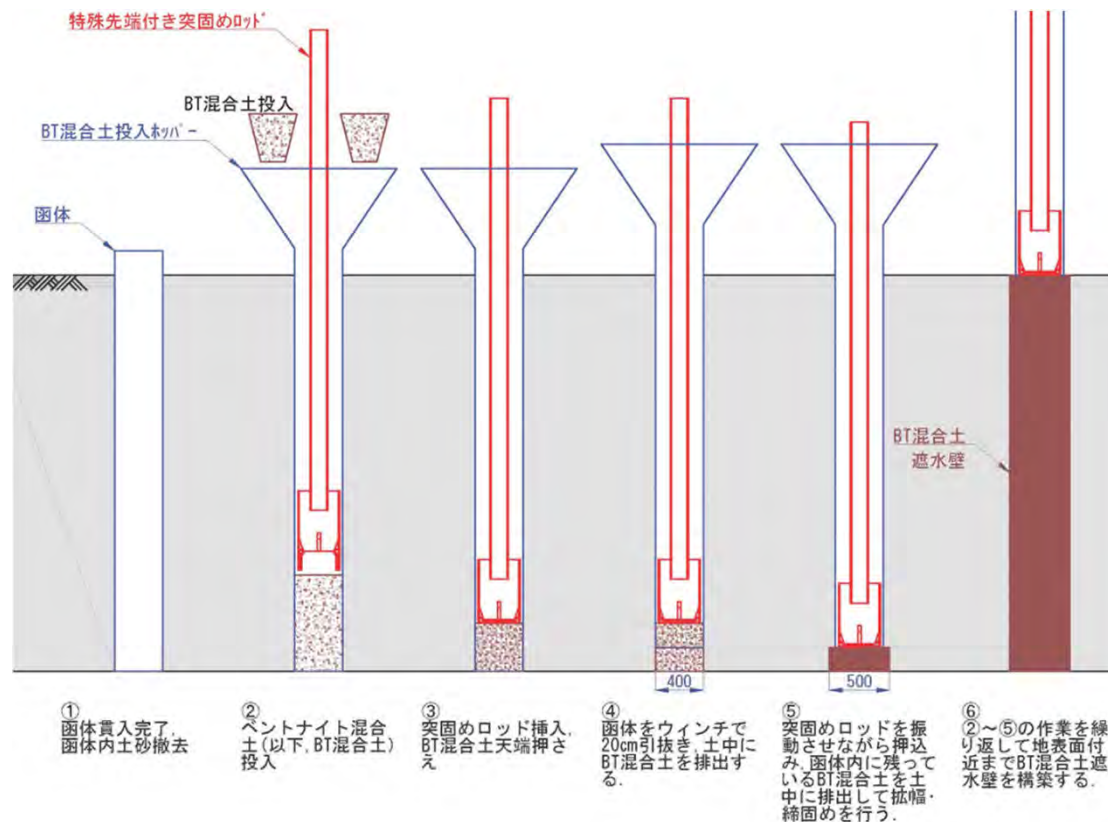
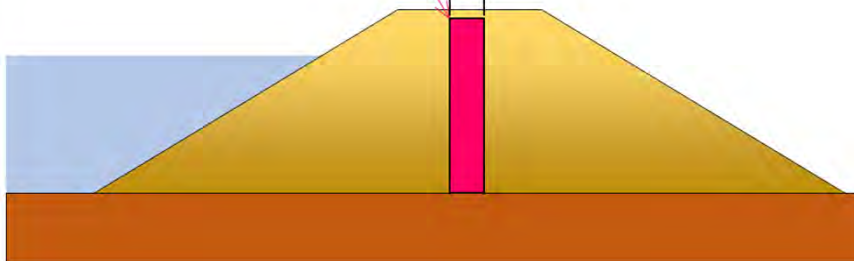
ベントナイト混合土鉛直遮水壁工法は、堤体中心部に締固め度95%を満足する、良く締め固められたベントナイト混合土鉛直壁を連続して構築することを可能とし、グラウチングによる改修が実施されたため池や部分的な改修を要するため池にも適用可能な工法であり、従来技術にはない特徴を持った新工法である。

### ■鉛直遮水壁 施工方法

地中への函体打ち込み完了後、ベントナイト混合土鉛直遮水壁の造成の施工方法を下図に示す。

ベントナイト混合土鉛直遮水壁

壁厚0.5m程度



ベントナイト混合土によるため池改修工法について  
ベントナイト混合土 鉛直遮水壁工法 家島建設株式会社・株式会  
社ホージュン 資料より抜粋



## 4. 新工法（鉛直遮水壁工法 2/2）

今後、各地で実績を積み重ねることにより止水性能・施工性・経済性のデータが蓄積されるものと思います。

### ■鉛直遮水壁工法施工状況写真



函体打設完了



ベントナイト混合土遮水壁 造成



壁厚確認 (W=0.5m)



ベントナイト混合土投入



ベントナイト混合土鉛直遮水壁 杭頭部確認



遮水壁断面確認

当工法は平成30年度より実施した農林水産省の官民連携新技術研究開発事業によるものです  
試験研究機関

島根大学：高知大学：農研機構

参加企業

株式会社ホージュン 担当 佐古田・溝渕：家島建設株式会社 担当 下村

# Thankyou

## あとがき

西日本を中心として各地で洪水被害が発生しています。今まではニュースで取り上げられることが少なかった農業用ため池でしたが、度々ニュースのトップを飾ることが多くなりました。

その多くはため池決壊による公的・人的被害を報じるものです。これは異常気象による洪水量の激増や堤体の老朽化、維持管理の不徹底等が原因と考えられます。

今後、ため池改修の要望が各地で出てくるものと思われます。そのためには私たち技術者は的確な技術と判断で対応していく必要があると思います。

本日の研修会が少しでも皆様方のお役に立てれば幸いです。

ブログアドレス : <http://rotame.exblog.jp/>

以上

老朽ため池 あれこれ  
rotame.exblog.jp

ブログトップ | 投稿

満漕池 編集 | 削除

弘法大師空海が改修したことで知られる日本最大のため池です。  
香川県仲多度郡まんのう町に位置しています。堤長155.8m、堤高32.0m、貯水量1,540万㎡、受益面積約3,000ha(まんのう町公式HP参照)の農業用ため池です。

老朽ため池の問題点及び改修事例について写真で説明します。  
by rokyutameike  
プロフィールを見る  
ファンになる  
画像一覧

< August 2015 >

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

カテゴリ +

- 全体
- バイピング
- 色粉調査
- 洪水吐

ご清聴ありがとうございました