

ウ) ため池

水抜き等のため池の管理が放棄されたことにより、底泥の堆積などによる水質の悪化や、ため池堤体の老朽化が進んでいる状態である。

なお、循環日数の検証（基本計画 p. 52 より）から、水質の維持はなされているものと考えられるが、ため池上流側からの土砂の流入もあり、水質を維持するためには抜本的な対応策が必要となる。

このため、ため池の現状を把握するために水質・底質調査を行い、ため池堤体の安全性及び流出部の処理能力の検証を行った後、保全改良方策を検討する。

（ア）ため池堤体調査

●調査目的

ため池の堤体に関して、安全性の検証を行うために、現地において調査を行った。

●調査地点 ため池堤体

●調査日 平成 19 年 7 月 2 日実施

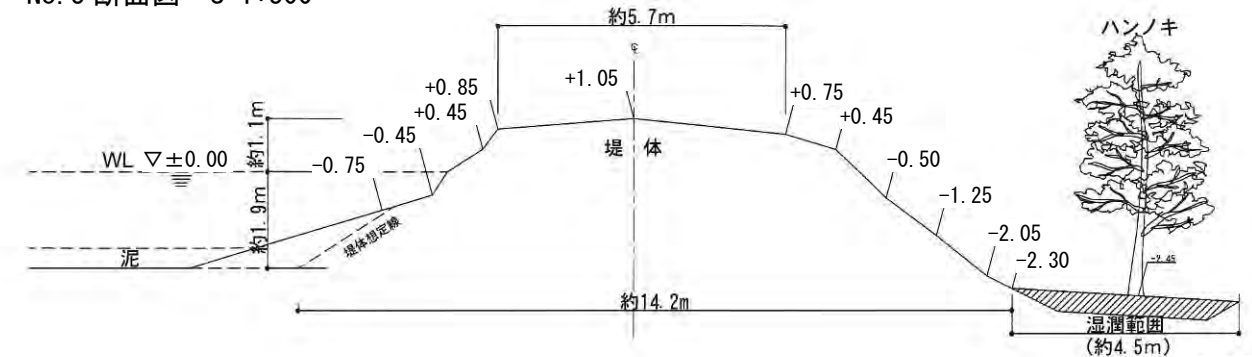
●調査内容

- ・堤体部形状及び漏水状況等確認（本編 p. 25「図 3-2-23 現況調査図」参照）
- ・断面測定：3 断面測定
- ・アズマネザサで覆われているため全体の形状把握は難しいが基本的な断面形態は把握
- ・この断面形態での安全性の確認を行う。
- ・概略確認
- ・詳細確認

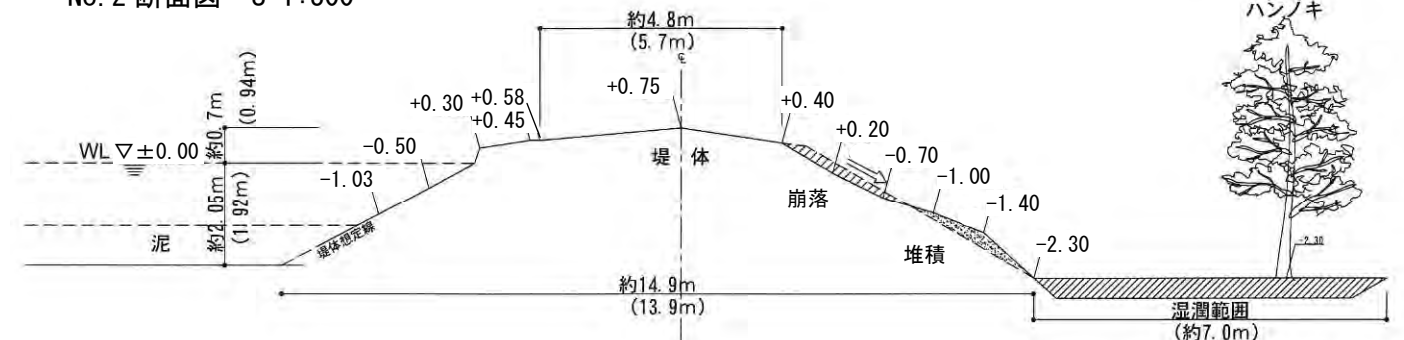
●調査結果

- ・N02～N03 の間、下流側堤体上部にくぼみがみられ、崩れている状況が見られる。
- ・堤体の下部は広範囲に湿潤な状況が見られる、堤体下部から漏水して滞水しているものと考えられる。
- ・堤体斜面中間部からの漏水は見られない。
- ・^{よすいばき}余水吐付近に、踏圧により堤体が陥没している箇所が見られる。
- ・^{よすいばき}余水吐付近下部岩盤に溝を切った跡があり、取水用の溝の可能性も考えられる。

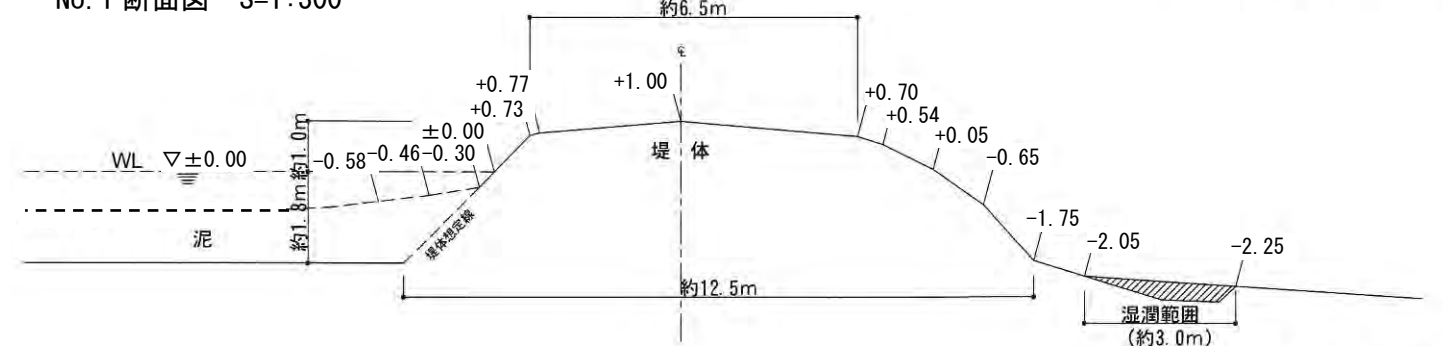
No. 3 断面図 S=1:300



No. 2 断面図 S=1:300



No. 1 断面図 S=1:300



() の数値は3箇所平均値

図 3-2-22 堤体現況横断面図
※断面位置は、本編 p. 25「図 3-2-23 現況調査図」参照



○滝口東側水路
岩に人為的に溝が掘られている。延長線上に吐口などの施設が埋没している可能性がある。



○滝口



踏圧により、崩落している。

○堤体（崩落部）
人の踏圧により、堤体が崩落している箇所



○余水吐
コンクリート構造物で作られている余水吐（破損）
現在、土嚢などで補強されている。



S=1:500

○堤体：北側部（湿潤部の状況）
雨水の他、堤体から漏水していると思われる。
湿潤部の泥厚約40cm



○堤体部：北側部
堤体の表面の土が崩落し、法尻部に堆積している。



○ため池

凡 例

断面位置

図 3 - 2 - 2 3 現況調査図

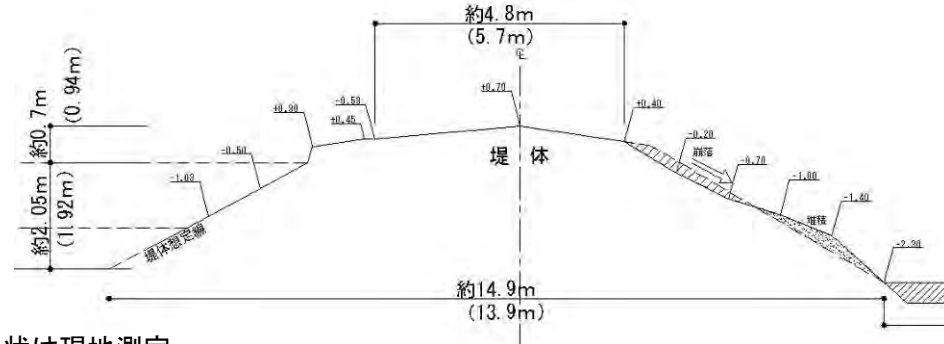
(イ) ため池の安全性の検証

堤体の安全性及び流出部（余水吐）^{よすいばき}の能力の検証を行った。

●堤体の安全性

ため池の既存堤体の断面を現地測定を行い、安定計算により既往堤体の安全性を検証する。

<断面形状>



※断面形状は現地測定

<設計条件>

- ・設計基準：河川堤防設計指針（建設省河川局治水課）
- ・設計対象：普通堤防
- ・水の状態：定常浸透時
- ・水の単位体積重量 γ_w 10.00 (kN/m³)
- ・破壊基準：全応力法
- ・すべりの種類：円弧すべり
- ・計算法：修正Fellenius法
- ・水圧の扱い：体積法
 - ・単位重量 γ ・間隙水圧 u の取扱い

	滑動
(1)浸潤線より上	γ_t
(2)浸潤線と低水位線の間	$\gamma_{sat}(U=0)$
(3)低水位線以下	$\gamma_{sat}(U=0)$

	抵抗
(1)浸潤線より上	γ_t
(2)浸潤線と低水位線の間	$\gamma_{sat}(U=計算)$
(3)低水位線以下	$\gamma_{sat}(U=計算)$

・土質物性値一覧

ブロック名	土の重量			土質特性			
	湿潤重量 γ_t (kN/m ³)	飽和重量 γ_{sat} (kN/m ³)	水中重量 γ' (kN/m ³)	粘着力 C_o (kN/m ²)	増加係数 k_1 (kN/m ³)	増加基準値 y_o (m)	内部摩擦角 ϕ_u (度)
現況地盤	14.0	15.0	0.5	30.00			5.00
泥3	1.2	1.3	0.3	2.00			0.00
堤体	14.0	15.0	0.5	5.00			0.00

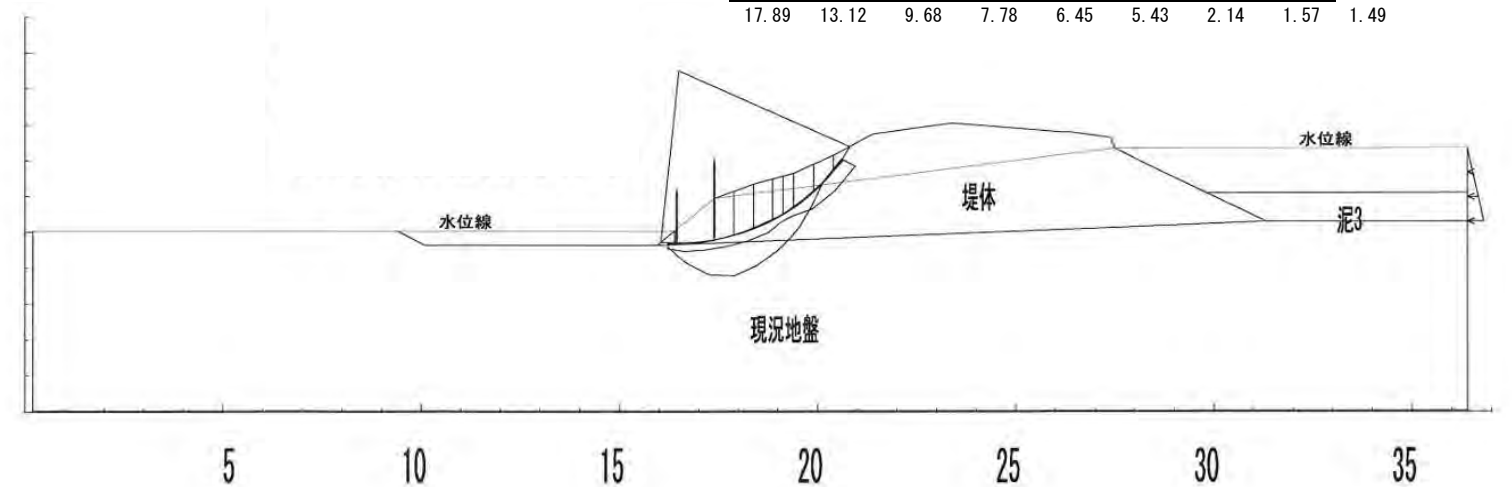
※堤体の土質特性の粘着力（Co）については、現地を確認すると一部崩落をしており、強度が落ちていることを考慮し、一般的な関東ローム層の土壌定数10の半分として検証を行った。

●検討断面図

計画安全率	1.2
安全率（モーメントの比）	1.09
円弧中心座標 X (m)	16.500
円弧中心座標 Y (m)	4.500
円弧半径 R (m)	4.800
抵抗モーメント MR (kN・m)	139.200
滑動モーメント MD (kN・m)	127.224

ブロック名	γ_t (kN/m)	C_o (kN/m)	Φ_u (度)	r_u
現況地盤	14.0	30.00	5.00	0.000
泥3	1.2	2.00	0.00	0.000
堤体	14.0	5.00	0.00	0.000

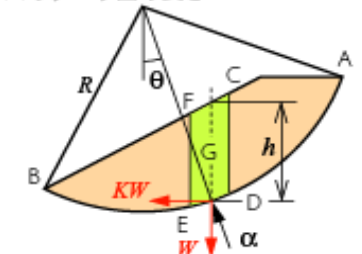
6.62	5.74	5.23	2.35	1.59	1.66	1.26	1.28	1.10
7.10	6.08	5.39	1.57	1.70	1.44	1.29	1.09	1.11
7.71	6.52	5.68	1.82	1.82	1.40	1.47	1.21	1.27
7.97	6.64	5.73	5.07	2.51	1.46	1.32	1.28	1.14
9.12	7.41	6.21	5.39	1.62	1.66	1.28	1.25	1.29
10.39	8.66	7.11	6.03	1.96	2.15	1.41	1.38	1.61
12.41	9.69	7.84	6.52	5.57	1.59	1.57	1.29	1.46
14.74	10.76	8.53	7.00	5.89	2.53	1.41	1.24	1.25
17.89	13.12	9.68	7.78	6.45	5.43	2.14	1.57	1.49



解析方法	修正Fellenius法
破壊基準	全応力法
水の状態	定常浸透状態
すべりの種類	円弧すべり
計画安全率Fsp	1.200
円弧中心X座標(m)	16.500
円弧中心Y座標(m)	4.500
円弧半径R(m)	4.800
安全率Fs	1.094
滑動モーメント MD(kN.m)	127.224
抵抗力 τ	29.000
MD/R	26.505

$$F_s = \frac{Mc + Mf + Mfe}{Ma + Mae} = \frac{\sum \{c \cdot \ell \cdot R + (W \cdot \cos \theta - U) \cdot \tan \phi \cdot R - K \cdot W \sin \theta \cdot \tan \phi \cdot R\}}{\sum (W \cdot \sin \theta \cdot R + K \cdot W \cdot \cos \theta \cdot R)}$$

Ma : 円弧の中心に関する自重の滑動モーメント
 Mae : 円弧の中心に関する地震力の滑動モーメント
 Mc : 円弧の中心に関する土の粘着力に関する抵抗モーメント
 Mf : 円弧の中心に関する土の摩擦に関する抵抗モーメント
 Mfe : 円弧の中心に関する地震力の摩擦による抵抗モーメント
 W : 自重
 U : 間隙水圧（水頭起因する量）
 c : 築堤材料の粘着力
 ϕ : 築堤材料の内部摩擦角
 K : 設計震度
 ℓ : 各スライスのすべり面の長さ



●検証結果

検証の結果、堤体の安全に必要な安全率1.2に対して、検証の結果の安全率は1.094となり、現況の水位や土質が不明ではあるが、改善措置を講じる必要があると思われる。

(ウ) 流出部（余水吐）の能力の検証

ため池の流出部（余水吐）について、必要断面が確保されているか、流量計算を行い処理能力の検証を行う。

●ため池の流域

集水区域・面積については、「鎌倉市自然環境調査報告書（平成15年3月）」を参考とし、ため池の流域を確認した。

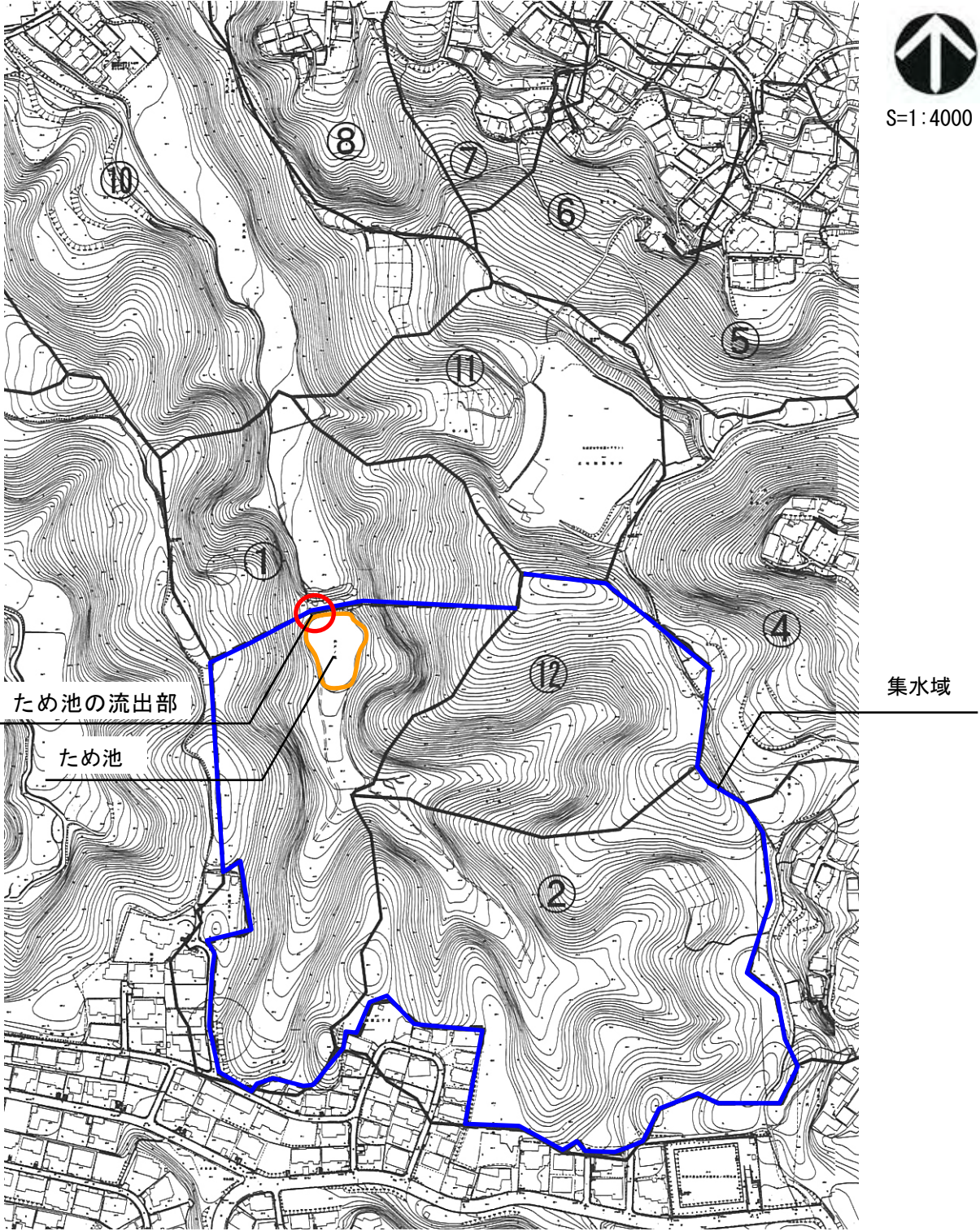


図3-2-24 ため池流域図

●流量計算

<流入量>

Q1：雨水流出量(m³/s)

合理式：Q1=1/360×f×I×A

f：流出係数

I：降雨強度

57.1 (mm/hr) <10年確率>

I=5,600/(t+38)

A：流域面積(ha)

	ha	流出係数 f	雨水流出量 Q1(m³/s)	
① ため池への流域のみ	3.3147	0.30		
②	4.7168	0.30		
⑫	2.4431	0.30		
TOTAL	10.4746	0.30	0.4984	

※降雨強度：鎌倉市HP 公共下水道（雨水）事業計画の概要より
流出係数：下水道施設設計指針と解説（日本下水道協会）より

集水区域・面積：鎌倉市自然環境調査報告書（平成15年3月）より
<処理施設（既設流出口）>

Q2：排水量(m³/s)

マンニング公式：Q2=a×V

V=1/n×R^(2/3)×i^(1/2)

a：通水断面積(m²)

R：径深 (=a/P)

V：流速(m/s)

P：潤辺長(m)

n：粗度係数

i：勾配

既設吐口 断面形状

H165mm×W770、270（中間520）

P=1.370、R=0.0626

n：岩盤整正0.025～0.04（平均0.0325）

※下水道施設設計指針と解説（日本下水道協会）より

i：1%と仮定する。

計算結果

断面積 a(m²)	径深 R	粗度係数 n	勾配 i(%)	流速 V(m/s)	排水量 Q2(m³/s)
1.3700	0.0626	0.0325	1.00	0.4851	0.6645

<既設処理施設（流出口）処理能力の検証>

0.4984/0.6645= 1.33

よって安全率は1.33である。

●検証結果

検証の結果、流出部（余水吐）については、流域に対する処理能力は確保されていると思われる。

(エ) ため池の取り扱いの基本的な考え方

●本緑地における、ため池の役割

- ・本緑地の多様な環境の主要な要素である。
- ・ハンノキ林の保全に重要な役割を担っている。(水分条件確保のため)
- ・水生生物の生息環境を確保している。
- ・現状では水利施設としては利用されていない。
- ・常にオーバーフローの状況であるが、乾季には溜まり水のしみ出しにより、下流側湿地の湿生状況を保つ役割を担う。

●今後のため池の役割と整備の考え方

- ・多様な環境の要素として、また湿地環境を維持するための施設として重要な役割を果たしており、今後もその役割を担うものと思われる。
- ・ため池の水環境の維持及び安全性の確保を図り、本緑地内で『生きたため池』として保全活用を図る。
- ・底泥の除去及び堤体の補強、取水施設、余水吐等の整備等を行い、基本的なため池の機能を維持していく。
- ・これらの整備は出来るだけ現況を保全しつつ実施する。

●現況及び安全性の確認のまとめ

- ・水収支の検証（基本計画 p. 52 より）から、ため池は、現況環境において水循環が可能であり、水質の維持はなされていると考えられる。
- ・底泥は岩盤の上に砂→粘性土→腐葉土
- ・水質・底質調査（冬期・夏期）から、ため池環境は、溶存酸素が少なく、底質の還元化が進んでいると思われる。
- ・現況のため池堤体は、一部に崩落の箇所が見られることや、堤体下部においては湿潤状態が見られる。

●安全性の検証結果のまとめ

- ・堤体の安定計算結果からは、安全性が不足している。
※なお詳細な照査をするためには、各種調査（土質、水位、測量等）を行う必要がある。
- ・流出部（余水吐）の検証においては、ため池の集水域に対応した断面が確保されている。

(オ) 水質・底質の改善方法の検討

水質・底質の改善方法を考えるうえで、昔からの管理手法である「掻い掘り」を参考として検討を行う。

a) 「掻い掘り」について

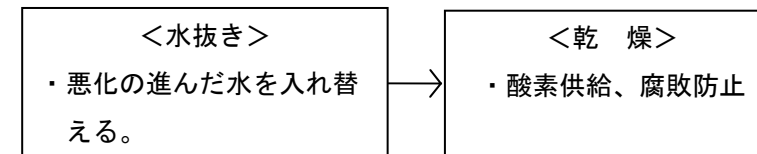
「掻い掘り」とは昔から農業用のため池で行われていた伝統的な管理方法であり、稲作が終わる晩秋から早春にかけて、ため池の水を抜き、底泥をさらう方法である。定期的に行うことにより、栄養塩を含んだ底泥や池水が池外へ運び出され、栄養塩の蓄積が抑えられる。また、水を入れ替えることにより、水中のリン濃度が低下し、栄養塩の悪循環を解消することができる。

伝統的「掻い掘り」手法概要

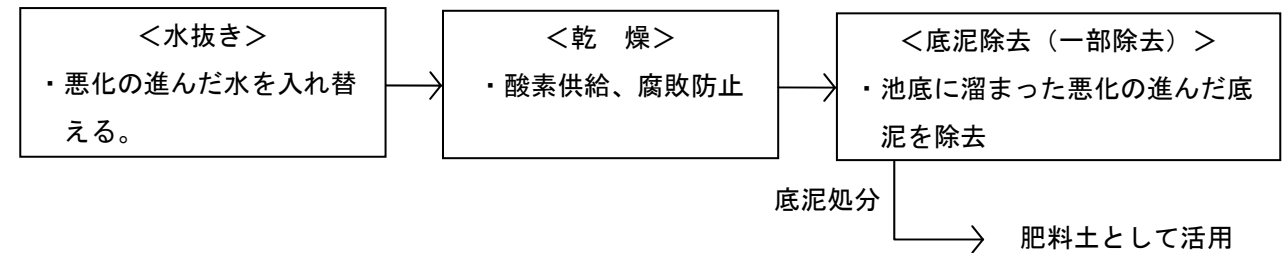
- ・時期：稲作が終わる晩秋から早春
※暑い時期より寒い時期のほうが、底泥からの臭気の発生が少ないことを留意している。
- ・方法：ため池の水を抜き（堰などで止め）、底泥をさらう。また、その際にため池の内の魚も捕獲する。
底泥を天日干しすることにより泥の腐敗を防ぐとともに、泥の一部をさらい畑の肥料にする。

b) 「掻い掘り」による改善の概略手順

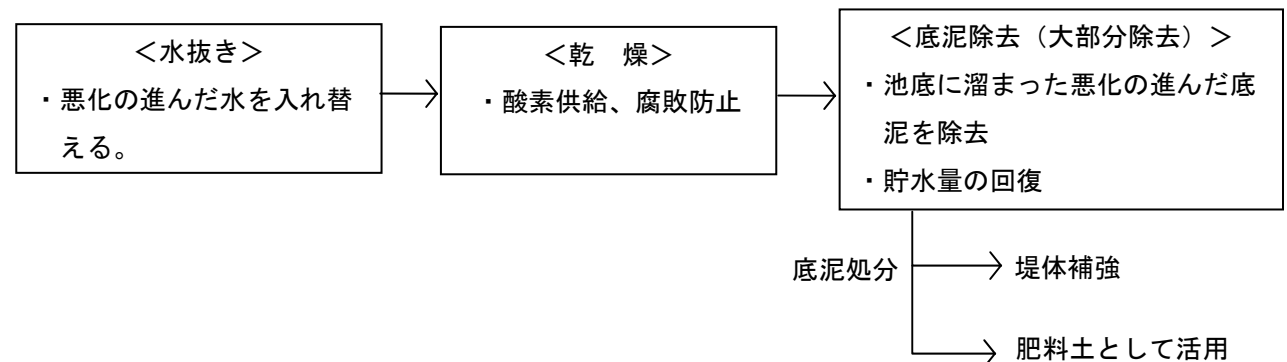
<手順-1> 水抜きのみで水質を改善：定期的な手法



<手順-2> 一部底泥を除去：年に1回程度の手法



<手順-3> 大部分の底泥を除去：数年（5年程度）に1回の手法



c) 底泥の概要状況

ため池の管理は行われておらず、調査結果からも底泥が多く堆積し水質の悪化も進んでいる状態である。

このため、ため池の抜本的な改善が必要であり、前述した「掻い掘り」による改善手法を参考として、悪化の原因となる底泥を除去することを留意しつつ、水質改善を行う。

●基本諸元

- ・ため池面積：約 1,600 m²
- ・除去する底泥の種類
堆積している粘性土・腐葉土を対象とする。
※底泥は、岩盤の上に砂→粘性土→腐葉土の順で堆積しており、そのうち砂層については、マジミ等の生息環境であることから、基本的には残し、粘性土及び腐葉土層を除去することが適切である。
- ・全底泥量：湿潤状態：約 840 m³（基本計画 p.54 より）
乾燥状態：乾燥状態にすると約 1／4 程度に体積は減ると思われる。
- ・貯水量 浚渫後：約 1,840 m³（全浚渫後貯水量）
約 1,000 m³（現況貯水量）＋840 m³（浚渫量）

d) 実施に向けての課題と方策

実施するにあたり、次の点を考慮する必要がある。

- ・「掻い掘り」を行うために、大量の水を排出する必要がある。
- ・底泥を除去する必要がある。
- ・堤体盛土を行う必要がある。
- ・将来の定期的な維持管理を考慮する。

よって、底泥の除去等、改善の実施にあたっては、機械施工（小型掘削機械）の導入も考慮する必要がある。

なお機械施工においても、現在の自然環境に配慮し、最小規模の機械の選定、最小限の施工範囲、また機械の搬入路（仮設路）についても、設置後は復旧可能な構造とし、必要最小限の範囲とする。

e) 底泥の除去・処分方法（案）の検討

●底泥の除去方法

- ・掘削による底泥除去

底泥は、一般的にはポンプ吸引により除去する方法等がとられるが、吸引車は、規模が大きく、本緑地における、自然環境の保全を考慮すると、搬入することは出来ない。

このため、掘削による底泥の除去となるが、人力施工の他、施工性や費用の面から、機械施工（小型掘削機械）による方法も考えられる。

また掘削は、ため池の水抜きを行った後、湿潤状態の底泥をある程度まで乾燥させたのち、ため池内に仮設足場などを設置し、除去作業を行う。

●底泥の処分方法

底泥は、本緑地内処理を前提とする。

- ・堤体補強材（盛土材）として活用

ため池の堤体の補強材（盛土材）として活用を図る。

堤体盛土材必要土量：約 140m³（乾燥状態、締め固め後）

また、実際の改善の際には、活用を図る浚渫した底泥の材料検査（含水率、粒度組成等）を行い、補強土として活用可能かどうかの検証を行った後に用いるものとする。

- ・畑地の肥料土として活用

本緑地の「里山再生ゾーン」の畑等に肥料土等として浚渫土の活用を図り、必要に応じて、仮置き場より「里山再生ゾーン」へ運搬する。

- ・仮置き場の設定

（湿潤状態の底泥の仮置き場）

底泥の仮置きのほか、乾燥も同時に行うことも目的として、ため池内に仮設やぐらを組んで湿潤状態の底泥の仮置き場とする。

（乾燥後の底泥の仮置き場）

ため池に隣接する畑跡地を、乾燥後の底泥の仮置き場として活用する。

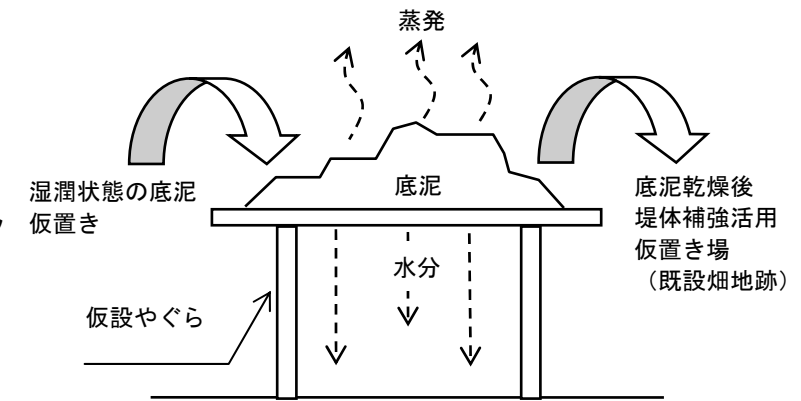


図3-2-25 仮設やぐら概略図

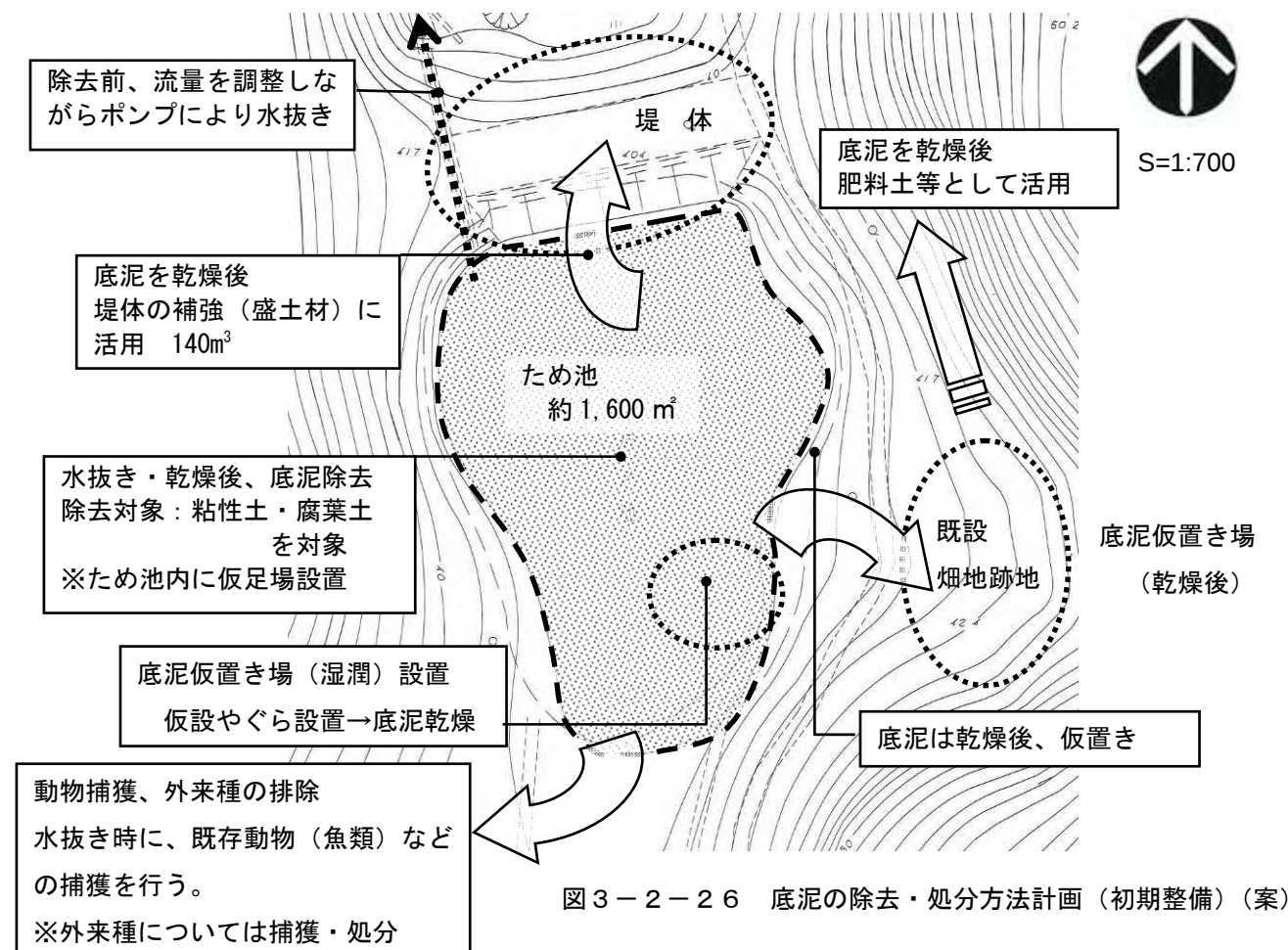


図3-2-26 底泥の除去・処分方法計画（初期整備）（案）

(カ) 取水口の必要性

ため池の抜本的な改善や定期的な維持管理の容易さや設備費用を勘案すると、取水口を設置する必要もあると思われる。

取水口の設置のメリット・デメリット

メリット	デメリット
- 定期的な維持管理（水抜き、「掻い掘り」）が容易となる。 - 維持管理における水抜き費用を軽減できる。 ※取水口を設置しない場合、水中ポンプを複数設置する費用がかかる。	- 堤体を深く掘削するためには、機械施工となる。 - 掘削機械を搬入するための仮設路が必要となる。

表 3－2－1 水質・底質の改善方法の概算費用の比較

	人力施工 ※取水口設置なし	機械施工	
		取水口設置なし	取水口設置あり
＜初期改良＞			
・仮設路設置（200m）	—	約¥4,000,000-	約¥4,000,000-
・水抜き	水中ポンプ： 約¥1,000,000-	水中ポンプ： 約¥1,000,000-	水中ポンプ： 約¥1,000,000-
・仮設設置（やぐら等）	約¥1,000,000-	約¥1,000,000-	約¥1,000,000-
・底泥除去・処分 （ $1200 \times 0.7 = 840\text{m}^3$ $840/2 = 420\text{m}^3$ 若干乾燥した土量）	人力掘削・運搬： 約¥2,900,000-	機械掘削・運搬 約¥800,000-	機械掘削・運搬 約¥800,000-
・取水口設置	—	—	約¥2,000,000-
・堤体補強	約 9,000,000-	約¥6,000,000-	約¥6,000,000-
・じゃかご・フェンス等	約¥1,000,000-	約¥1,000,000-	約¥1,000,000-
直接工事費	約¥14,900,000-	約¥13,800,000-	約 15,800,000-
TOTAL（経費込み 70%）	約¥25,330,000-	約¥23,460,000-	約 26,860,000-
＜維持管理＞			
・定期的な水抜き （1回／年）諸経費込み 70%	水中ポンプ： 約¥1,700,000-	水中ポンプ： ¥約¥1,700,000-	—

(キ) ため池改善方策

前項までに検討した、ため池の水質・底質の改善方法と合わせて、ため池の改善方策を整理する。

●水質・底質の改善

・水質・底質の改善方法

「掻い掘り」や定期的な水抜きを行い、溶存酸素不足の解消及び還元化状態の底泥の除去を行う。

・取水口

定期的な維持管理の容易さや設備費用を勘案すると、取水口を設置する必要もあると思われる。

●堤体補強

・盛土（堤体整形）：ため池堤体の安定性の確保を目的として、盛土（押さえ盛土）を行う。

なお、盛土材については、浚渫土を活用する。

・じゃかご設置：堤体下部の湿潤な箇所の余水を、じゃかごを設置することにより除去する。

・余水吐^{よすいばき}の堰改良：流出口（余水吐^{よすいばき}）は改良を行う。（なお水位調整については、今後のモニタリング調査に基づき検討する）

・刈り払い：現況の堤体表面のササについては刈り払いを行う。

●土砂流入防止

・沈砂池設置

ため池上流部の水路に落差工及び沈砂池を設置し、ため池への有機物を含む底泥の堆積を防ぐ。

ため池流入部の沈砂池は水路の落差に比べ規模を大きくし、ため池への土砂の流入を防ぎ、定期的にたまった土砂を排除する。

●安全対策

・安全柵・門扉の設置：ため池への進入防止などの柵及び門扉を設置を検討し、安全対策を施す。

●外来種対策

・外来種除去

人為的に移入されたとと思われる魚類など（コイ、タイリクバラタナゴ等）については将来的には現在の生態系を阻害することと考えられるので、捕獲して除去を行う。

・サインによる啓発

簡易的なサインなどにより放流禁止の啓発を行う。

水質・底質の改善方法及び取水口の設置については、実施設計時に地質調査・土質調査、底泥量の確認（水抜き後）及び既存の取水口調査等を行い、その結果を踏まえて検討する。

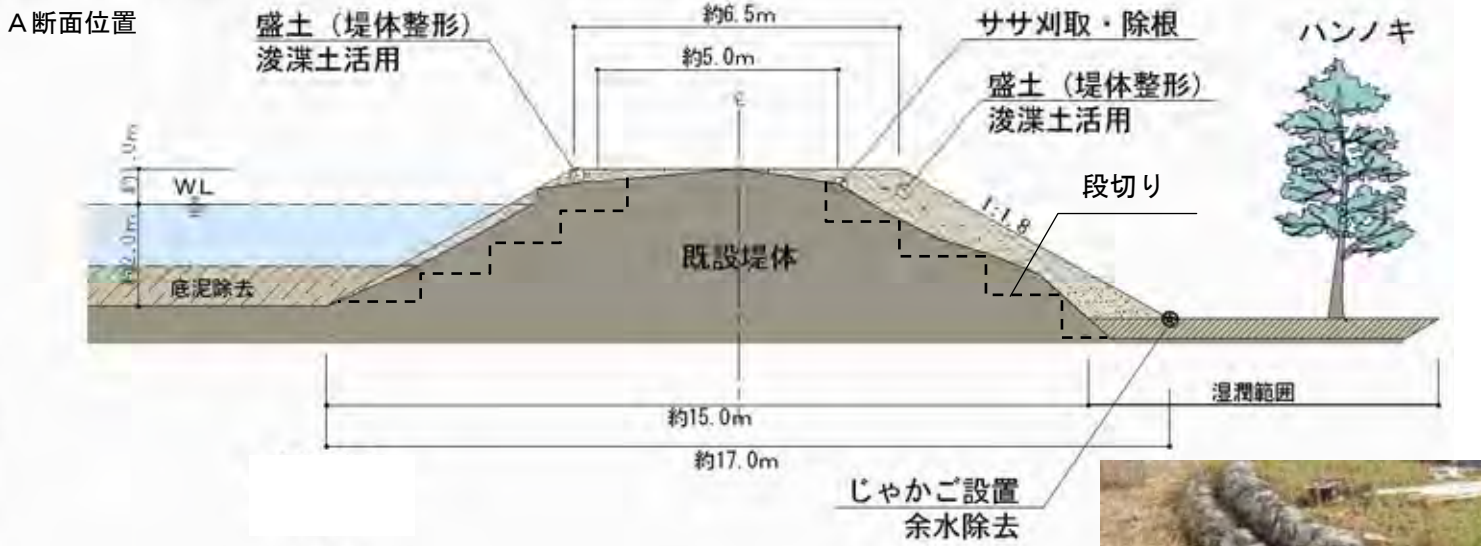
図3-2-27 ため池保全改良設計図（案）
（取水口を設置した場合）

ため池の改良設計は次のように行う。ため池の堤体は段切り工法を行う。

ため池改良平面図（取水口を設置した場合）

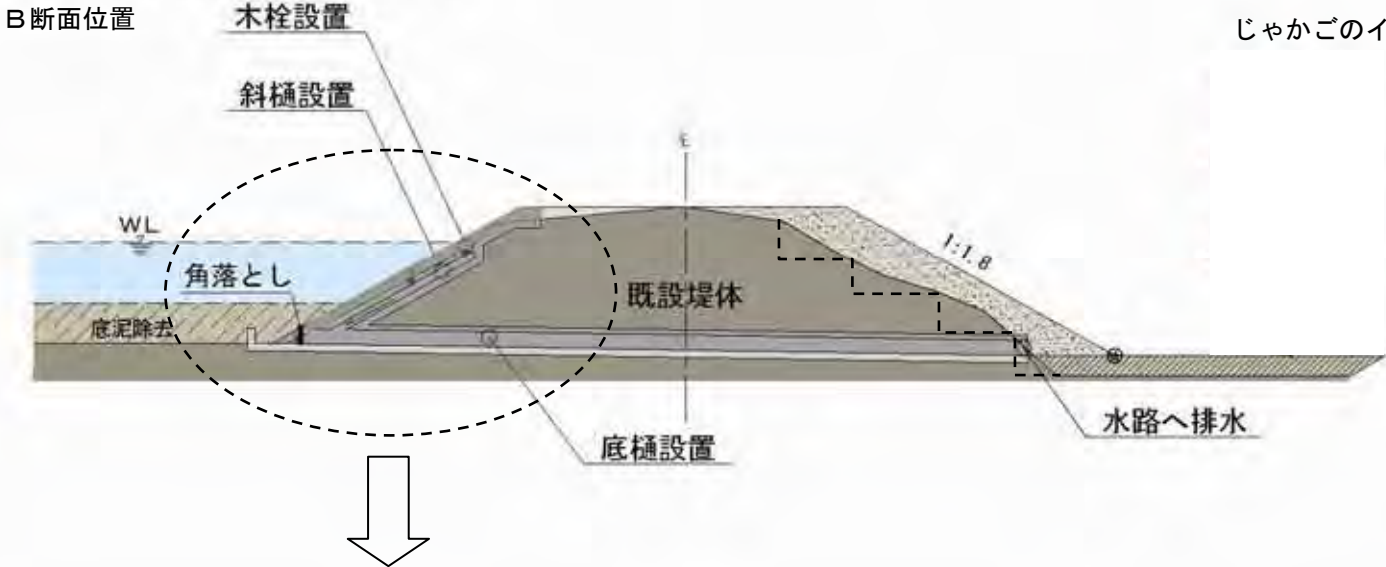


ため池改良 標準断面図 $S=1:150$



じゃかごのイメージ写真

ため池改良 取水口設置断面図 $S=1:150$



取水口設置 断面イメージ

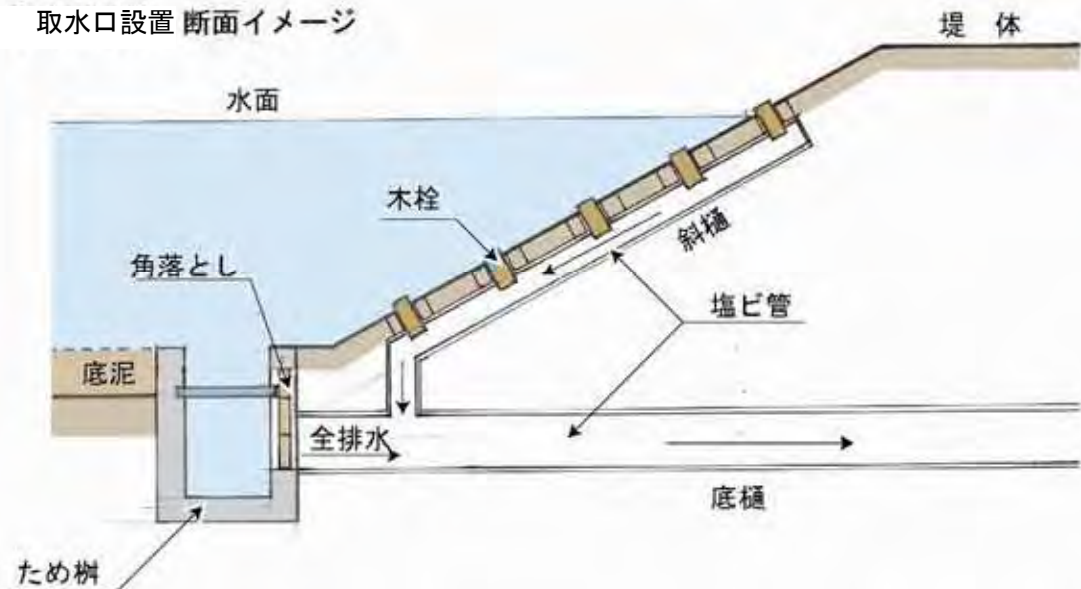
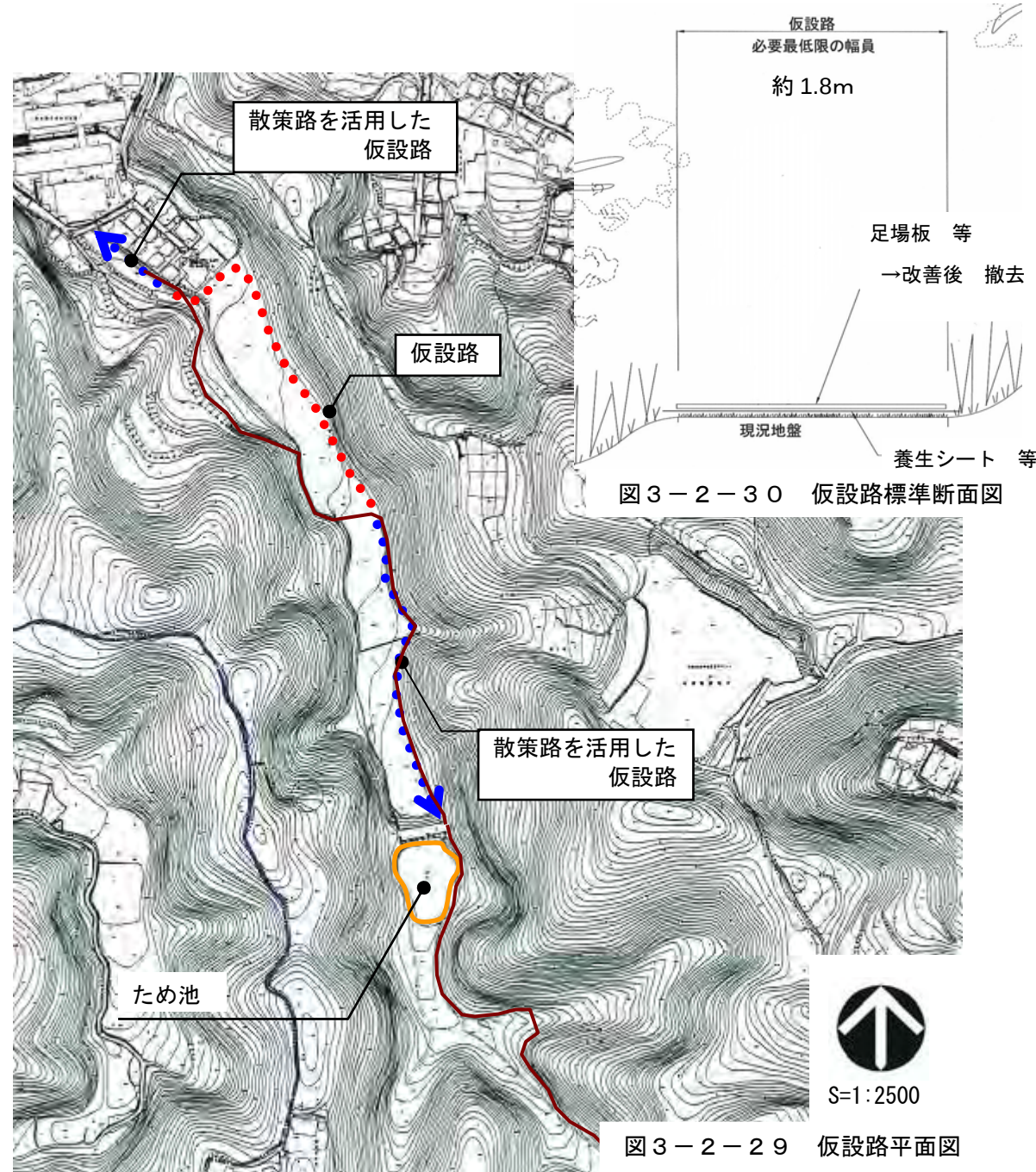


図3-2-28 イメージ図（沈砂池）

(ク) 仮設路の検討

機械施工を行う際に必要となる仮設路について検討を行う。

- ・ 仮設路は、現況の自然環境に負荷を与えないように、最小限の規模とする。
- ・ 地形を改変することになる仮設路は設けない。
- ・ 仮設路は、養生シートや足場板等により現況地盤面を保護する等、現況復旧が可能な構造とする。作業完了後は、速やかに現況復旧する。



想定通行車両
諸機材運搬
軽トラック（ホンダ TN アクティ）
全長：3,195 mm、全幅：1,395 mm
車両重量：590kg

(ケ) 実施設計に向けて必要となる調査

●測量調査

ため池や周辺の地形を詳細に把握する。※ため池内の底泥厚を詳細調査する必要がある。

●地質調査（ボーリング）・土質試験

ため池本体や堤体及び周辺の地質・土質状況を把握する。

●取水口調査

既存の堤体に設置されていたと言われている取水口の有無、位置、構造等を把握する。

●環境調査

ため池及び周辺の生物（動物・植物）を詳細に把握する。

(コ) 実施設計における検討事項

●実施設計に向けて必要となる調査結果より、堤体の安全性を検証する。

●実施設計に向けて必要となる調査結果より、水質・底質の改善方法及び取水口の設置を検討する。

(サ) 維持管理に向けての課題

●ため池の水環境の維持に必要な作業

- ・ 水抜き：悪化の進んだ水を定期的に入れ替えることにより、水質を維持する。
- ・ 「掻い掘り」：水抜きの他、定期的に底泥を除去し、水質悪化の原因を除去する。なお、底泥のなかの腐敗生物や有機物が出てきて、生態系に影響を与えることがないよう、慎重に対応する。
- ・ 後背湿地の保全：ため池上流側の後背湿地における有機物の吸収等の水質浄化機能により、水質を維持する。

●維持管理での考慮事項

- ・ マシジミなどが生息できるように、水抜き（「掻い掘り」）は定期的に行う必要がある。
- ・ 仮設路を設置する場合には、湿地の環境悪化が想定されることから、源流域の湿地保全エリアにおいて、畦の修復と湿地の再生を図りながら、ヘイケボタルなどの湿地の生物の生育環境を保全することを試行する。
- ・ 取水口を設置しない場合は、水抜きのための費用がかかり、底泥などの除去を行う作業も数年（5年程度）毎に行う必要がある。