

兵庫県南部地震ため池災害復旧査定設計マニュアル

(設計編)

平成7年2月

兵庫県農林水産部農地整備課

兵庫県南部地震ため池災害復旧査定設計マニュアル

兵庫県農林水産部農地整備課

1. 調査の必要性について

平成7年1月17日に発生した兵庫県南部地震において多くのため池が被災しているが、これらの代表的なものを調査した結果、被害の要因として次のものが考えられる。

- ①堤体築造材料
- ②基礎地盤
- ③ため池堤体の設置された場所の地形

以上の点に影響されて被害形態が大きく変わっていることが多いと確認される。すなわち、堤体築造材料については粗粒材料のもの程亀裂、陥没などの被害が多い状況である。

また、基礎地盤に関しては、堅固な地盤であれば堤体に表れる被害程度が少なく軟弱な地盤では、全壊など大きい被害になっている。

さらに、ため池堤体の設置された場所の地形に関しては、谷池と皿池では被害の形態が異なっており、谷池に関してアバット部の勾配が大きいものは、この部分へのクラックが多く発生しているものが見受けられる。皿池に関しては、堤体線形がカーブしているものが多いが、これらカーブの頂点にクラックなどが発生しているといった状況が一般的に見受けられる。

しかし、これらは個々のため池で亀裂箇所は大きく変わっていることが一般的で査定設計に当たっては、極めて入念な調査により確認された亀裂箇所を基に査定設計を行っていくことが必要である。

また、この被災箇所の調査の正確さが復旧工事に反映されるため、特にため池の復旧において安全性を確保するため入念な調査が必要である。

但し、ため池の安全確保のため、亀裂については、埋め殺して増破防止を行っているところもあるので、このような場合は資料の確認と現地調査を行うことが必要である。

さらに、この地震災害を受けているため池は、破堤沈下しているもの以外は被害の程度が目視で小さく見える傾向にありがちであるが、内部の亀裂は標準として考えている表-1よりも相当に大きな場合があるので、留意が必要である。

2. 調査の手順

(1) 調査の手順及び留意点

- 1) 個々の被災箇所は、現況平面図を利用して被災図を作成すること。
- 2) 草刈りを行っていないものは、亀裂の確認が出来ないので草刈りを行い、草等は堤体外に運び出すこと。
この際、作業によって亀裂の確認が難しくなるので亀裂箇所の保護に努めること。
- 3) 亀裂の確認は、目視により表面から全体を入念に調べ、小さなものまで見落としのないように心がけ、見落としにより復旧工法が不備とならないよう留意することが必要である。

亀裂の確認項目

- ①クラックの深さ —— 検査棒を差込む
 - ②開口幅
 - ③段差（上下流の区分）
 - ④連続性 —— 周辺地山への延長の可能性
- 4) 軟弱化している所はないか。
 - 5) 堤体の沈下があれば、その高さと同範囲
 - 6) ふくれ出している所があれば、厚さと幅及びその範囲
 - 7) 堤体地盤は、土質地盤であるか、岩盤であるかの基礎地盤を明示する。
 - 8) 漏水箇所があれば、にじみ出す程度か、あるいは流れているのか、流れている場合等は、シリンダに受けて漏水量の計測をする。
 - 9) 洪水吐については、亀裂、滑落、放水路の損傷、床版等のずれ、落橋、側壁の崩壊等について調査する。
 - 10) 取水施設については、縦亀裂、樋管出入口の損傷について調査

(2) 被害調査図の作成

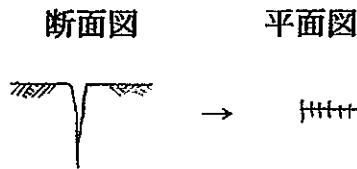
現況平面図は、1/2500地形図を拡大したものを利用する。

被災箇所を下図の記号で示し、被災状況を明確にすることが復旧工法を検討する上で重要である。

図示方法

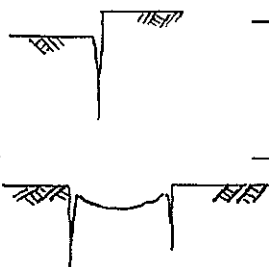
①クラック — 現地で確認できる形状を付記すること。

ア、平行に開口



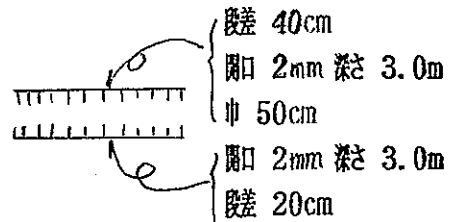
開口 2mm 深さ 2.3m

イ、段差のある開口



段差 30cm
開口 2mm 深さ 2.5m
(下がっている側に印をつける)

例示

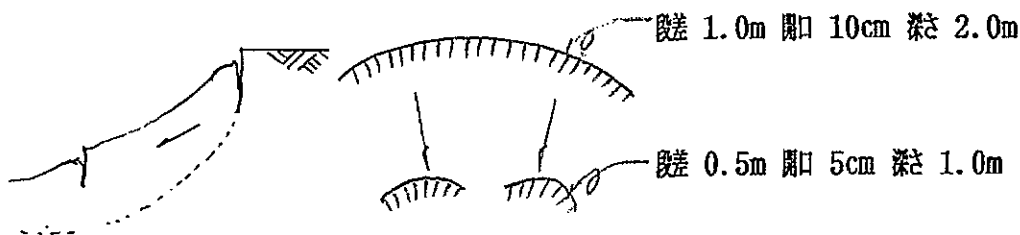


段差 40cm
開口 2mm 深さ 3.0m
巾 50cm
開口 2mm 深さ 3.0m
段差 20cm

ウ、湧水、漏水についてはを記入し状況を付記

(例示) 湧水(微量) 5cm程度の空洞(軟弱粘土中)

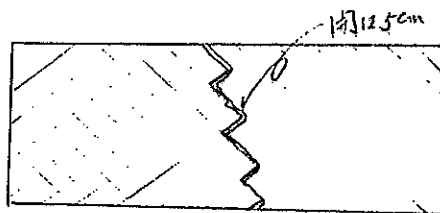
エ、滑落、滑りについては方向を図示する



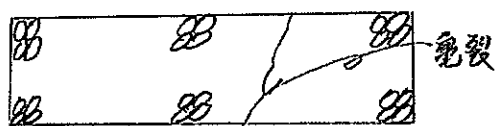
段差 1.0m 開口 10cm 深さ 2.0m

段差 0.5m 開口 5cm 深さ 1.0m

オ、張ブロックの施工範囲を目視で図示(亀裂、開口があれば位置を記入)

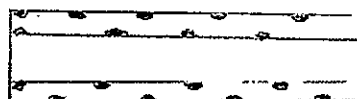


カ、石張、制波工の施工範囲を目視で図視（亀裂、開口があれば位置を記入）



隅々、中間にマークをつける。

キ、コンクリート構造物



ク、その他必要に応じて断面図をポンチ絵で示し、明確にする。

(3) 被災箇所相互の関連性

被災程度が大きければ大きいほど、被災箇所は相互に関連を持っていることが多いので、これらの関連性について現場で検討願います。

例えば、天端に開口性の亀裂がある場合、堤体法面に陥没、亀裂などを生じていることもある。

また、一つの被災が症状としては2～3ヵ所に表れていることがあるので、これらの関連性を検討できれば適切な復旧工法の選択が可能と考えられる。

3. 復旧工法の選定

被災箇所の調査結果により復旧工法を決定することになるが、被災程度によって次のパターンにより復旧工法を選定すること。

なお、これに当てはまらないものについては、考えられる最適な工法として復旧工法を樹立すること。

さらに、複合するパターンで被災していることもあるので、復旧計画に際しては下記のパターンを組合せて計画すること。

亀裂箇所の復旧計画については、堤体内に生じた亀裂について全ての亀裂を修復することを原則として復旧計画作成を行うこと。

すなわち、亀裂の発生により堤体のせん断力が低下していたり、また貯水によりパイピング決壊が考えられる。

したがって、施設の従前の安定度の回復のためには、これらの修復が必要であると考える。

1) 亀裂と深度

被災したため池において、亀裂巾と深度との関係を調査した結果、亀裂開口部の巾と深度には次の関係があると推定される。

表-1

開口巾	5mm以下	5～10mm	10mm
深度	検査棒挿入深+2.0m	5.0m	10.0m

2) ベンチカットの設計

表-2

施工区分	ベンチカット高	小段巾	掘削勾配
機 械	2.0m	0.5m	表-3
人 力	0.5m	0.5m	直掘

機械搬入が不可能な現場の場合にのみ人力施工とする。

表-3

項 目	2m未満	2m以上5m未満	5m以上
ベンチカット勾配	0.3	0.5	0.8

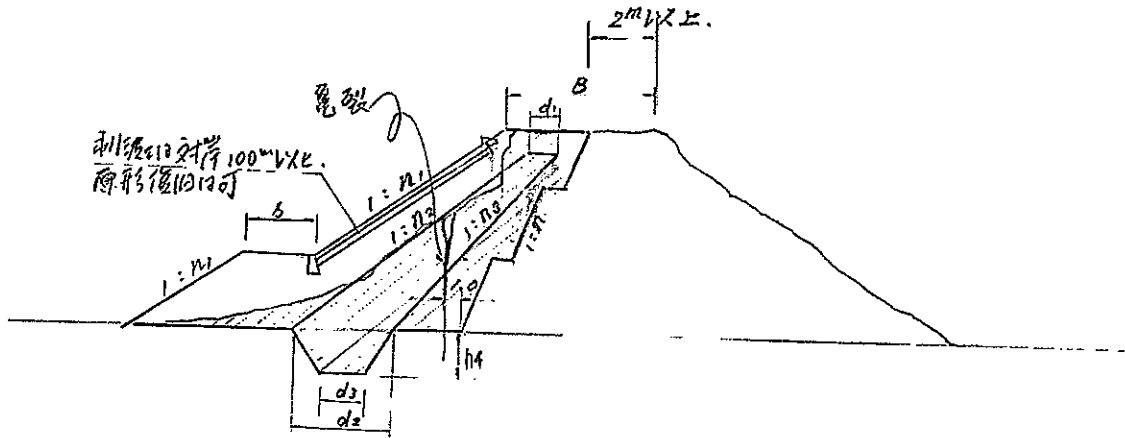
3) 堤体部の設計

(1) 縦断方向亀裂

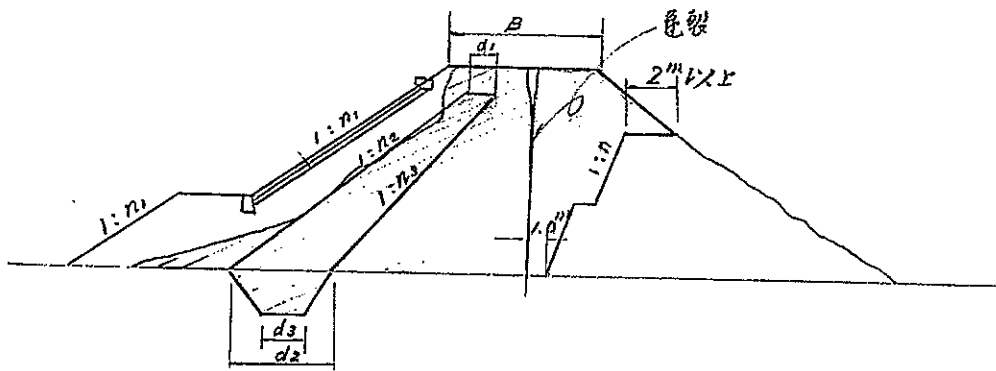
① 亀裂が基礎地盤以深となるもの

前刃金型によることを原則として復旧計画を策定すること。

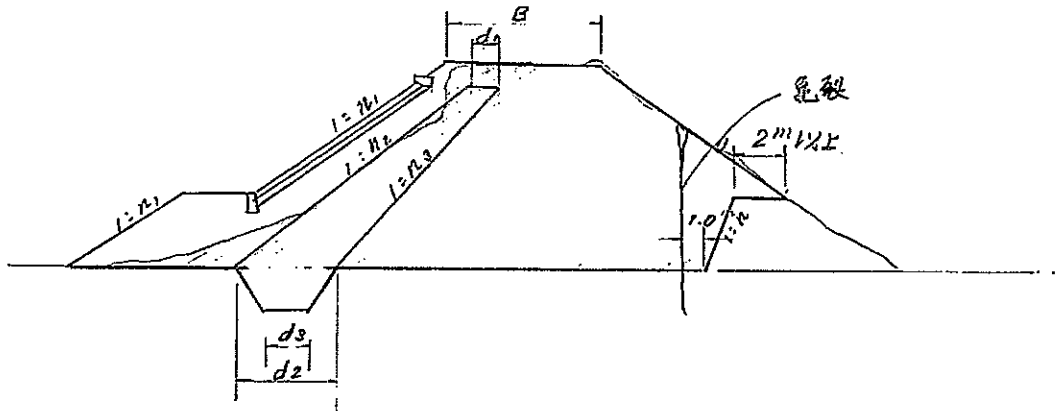
ア) 亀裂位置が前法にあるもの



イ) 亀裂位置が天端にあるもの



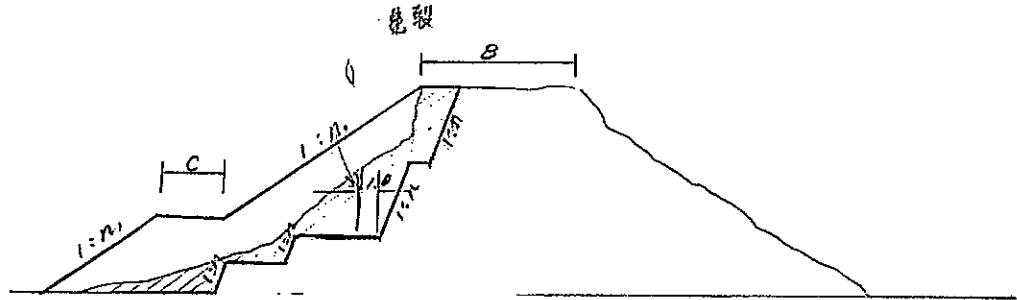
ウ) 亀裂位置が後法にあるもの



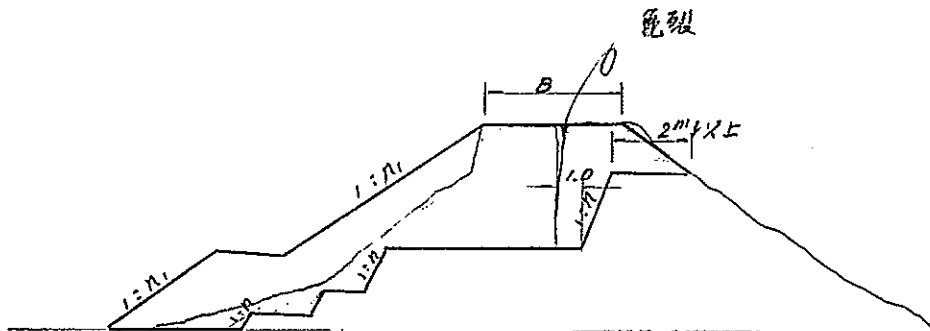
②亀裂が基礎地盤より上で終息しているもの

均一型によることを原則として復旧計画を策定すること。

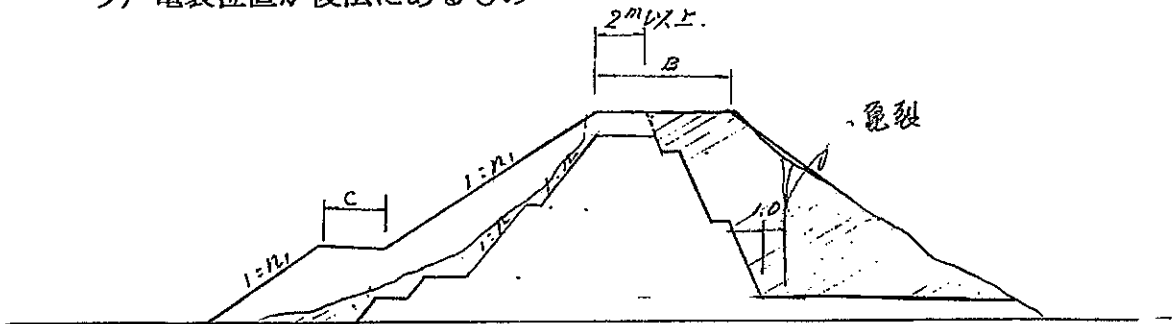
ア) 亀裂位置が前法にあるもの



イ) 亀裂位置が天端にあるもの



ウ) 亀裂位置が後法にあるもの



注：但し、前刃金工法で築造されたため池が被災している場合は、前刃金の継ぎ足しによる復旧計画とすること

また、ア) イ) において、ため池下流が相当に下がっている場合で、特に止水が必要と考えられるものについては前刃金型として修築すること。

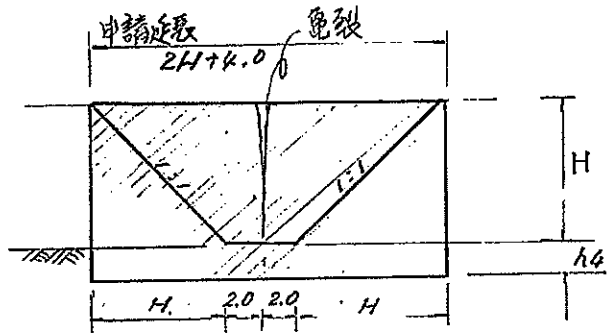
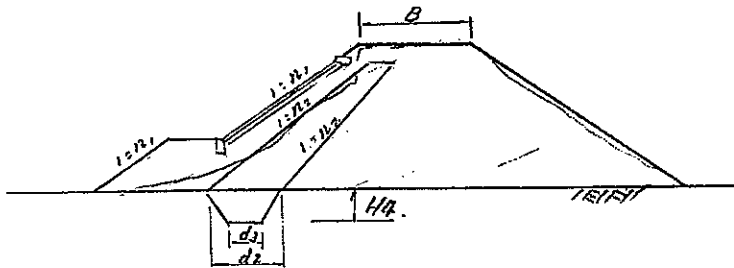
(2) 横断方向亀裂

① 亀裂が基礎地盤以深となるもの

基礎地盤までの亀裂の復元と共に前刃金工法により申請延長 $2H + 4.0\text{m}$ の範囲を修復する。

断面図

縦断面図

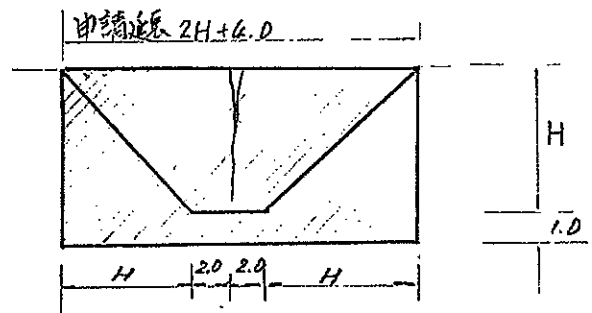
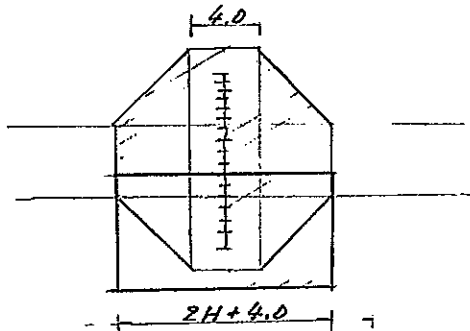


② 亀裂が基礎地盤より上で終息しているもの

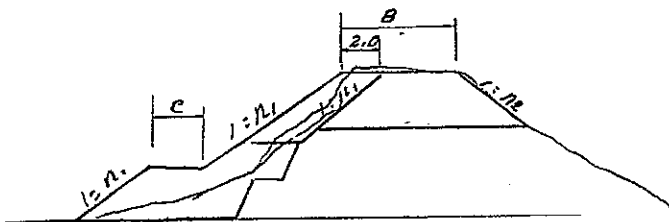
止水機能に重点を置いて復旧を行う。

平面図

縦断面図



断面図



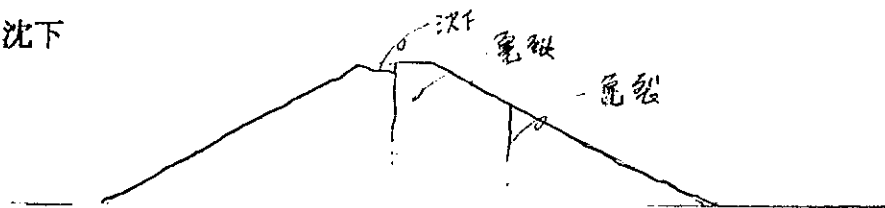
(3) 全面修復

堤体全体が沈下、陥没、崩壊している場合は、全面修復とする。

(ア) 崩壊



(イ) 沈下



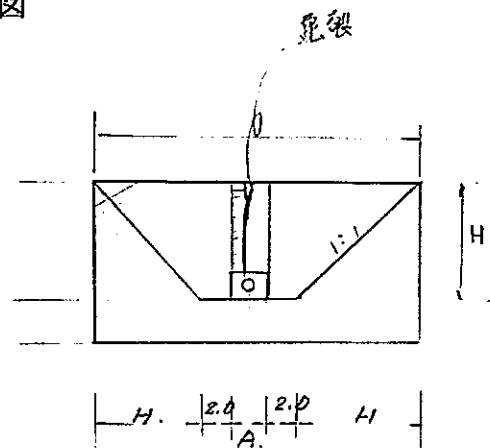
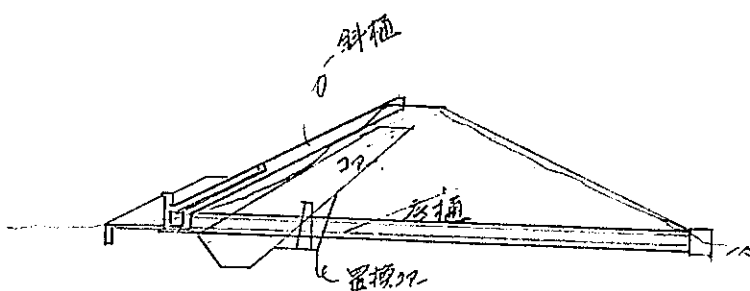
2/3以上の延長にわたって被災している場合は、堤体全体を前刃金工法により修復するように計画する。

4) 取水施設の設計

樋管に影響を及ぼす範囲にクラックを生じているもの及び樋管部に損傷のあるものは、亀裂の発生原因が樋管の振動による損傷であると考えられるので、底樋管、斜樋管等の全てを修復する計画をすること。

横断面図

縦断面図

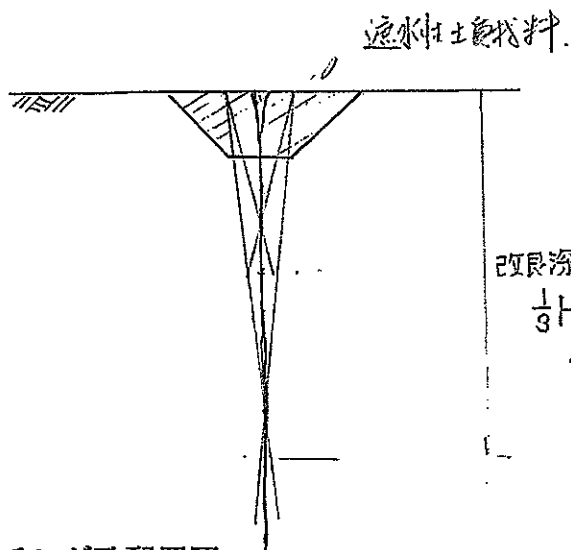


注：樋管に影響を及ぼす範囲とは、樋管センターからHの範囲とする。

5) 断層処理の設計

堤体基礎部に断層があるものは、グラウチング及び遮水性土質材料によるプラグを行うこと。

断面図



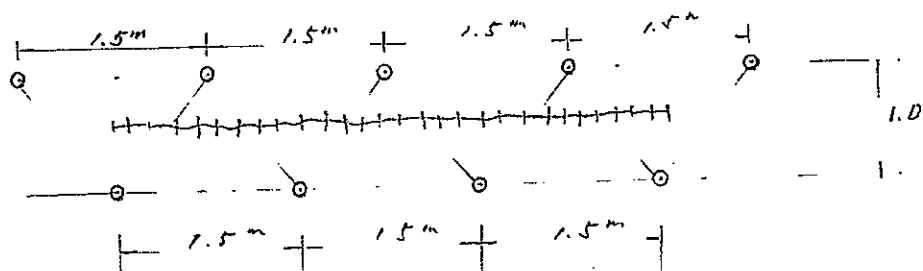
プラグは、グラウチング実施後に
掘削のこと

改良深 d ;

$$\frac{1}{3}H + C$$

但し、 C は5~15m以下、堤高までの改良深とする。

グラウチング孔配置図



4. 復旧範囲の決定上の留意事項

①縦断方向の復旧範囲については、特に明示されるものを除き、被災の確認できる箇所とする。

$$\text{申請延長} = \text{亀裂延長} + 2H \quad H \text{は切りかえし盛土高}$$

②堤体余裕高

今回の被災は、地震によるものであり堤体からの溢水はないと考えられるので、堤体の嵩上げは行わず、堤頂高は現況堤防の代表する高さとする。

③洪水吐断面拡大

地震により異常な湧水による拡巾以外では、洪水吐の断面拡大は行わないこと。

5. 堤体断面寸法

①切り返しによる場合の断面寸法は、下図による。

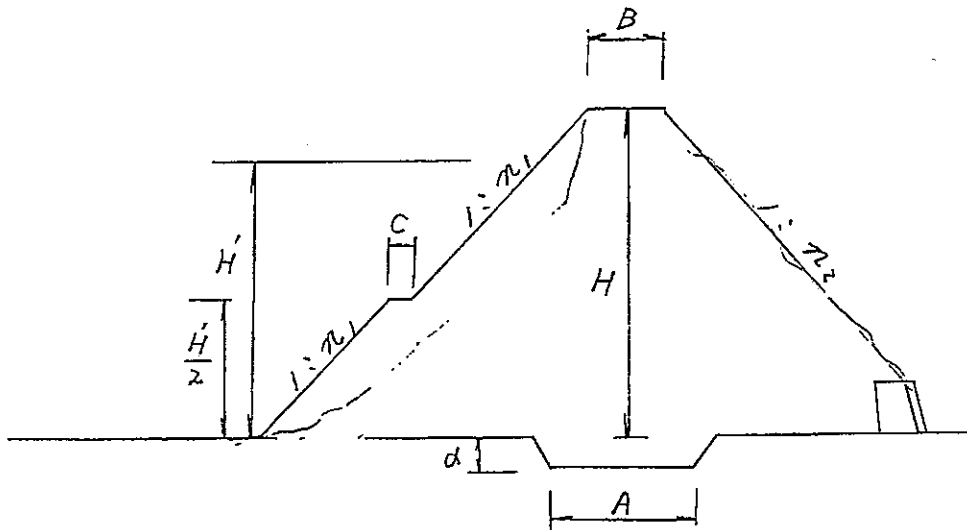


表-4 均一型ため池の標準寸法表

実測堤高	種類	静高	天端巾	前法勾配	後法勾配	小段巾	床堀深	床堀下巾
	H	H'	B	n1	n2	C	α	A
			$0.6 \times 1.1 \sqrt{H}$	$0.05H + 1.5$	$0.05H + 1.0$			$H' - \alpha$
2.1~4.0	3.0	2.0	2.5	1.7	1.5	1.0	1.1	0.9
4.1~6.0	5.0	3.8	3.1	1.8	1.5	1.5	1.3	2.5
6.1~8.0	7.0	5.7	3.5	1.9	1.5	1.5	1.6	4.1
8.1~10.0	9.0	7.6	3.9	2.0	1.5	1.5	2.0	5.6
10.1~12.0	11.0	9.6	4.2	2.1	1.6	2.0	2.3	7.3
12.1~14.0	13.0	11.5	4.6	2.2	1.7	2.0	2.7	8.8
14.1~16.0	15.0	13.4	4.9	2.3	1.8	2.0	3.2	10.2

注：この表は、天端巾、法勾配、小段巾、床堀深、床堀下巾を決定するための表であるので、堤高、水深は現場での実測による。

②前刃金型の断面寸法

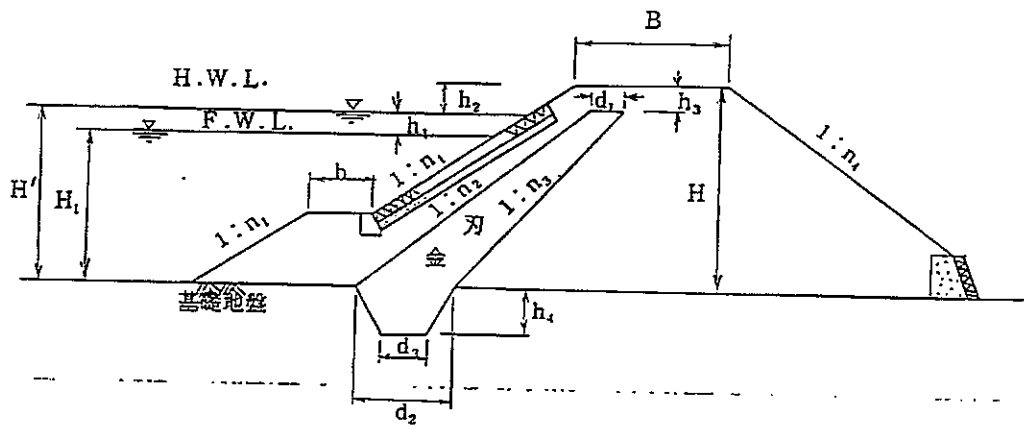


表 5 前刃金型溜池の標準寸法表

堤高 H	貯水位 までの 高さ H ₁	計画越 流水深 h ₁	余裕高 h ₂	堤頂幅 B	前 法		刃 金					後法 勾配 n ₄
					勾配 n ₁	小段幅 b	堤頂か らの距 離 h ₃	天端幅 d ₁	床掘り 上幅 d ₂	床掘り 下幅 d ₃	床掘り 深さ h ₄	
10 m	7.8 m	0.8 m	1.4 m	4.0 m	2.1割	m	0.5 m	2.4 m	m	m	2.1 m	2.1割
?	?	?	?	?	?	2.0	以上	?	?	?	?	?
15	12.2	1.2	1.5	5.0	3.0			3.5			3.2	2.5
5	3.3	0.5	1.2	3.0	1.8		0.5	1.8			1.3	1.8
?	?	?	?	?	?	1.5	以上	?			?	?
10	7.8	0.8	1.4	4.0	2.1			2.4			2.1	2.1
?	?	0.3	1.0	2.0	1.5	0	0.5	1.5			1.1	1.5
?	?	?	?	?	?	?	以上	?			?	?
5	3.3	0.5	1.2	3.0	1.8	1.5	以上	1.8			1.3	1.8
摘要	堤高か ら仮定	余水吐 の位置 ・構造 により 大差が ある。	0.05 H+1.0 を原則 とする	0.2H+ 2.0を 原則と する。	1.5~ 3割	小段を 設ける 場合は 最小1 m。	0.5以 上	1.5~ 3.5 m	n ₂ =n ₁ -0.1 n ₃ =n ₂ -0.2 より算 定	d ₃ = 1/2d ₂	基礎地 土質の 状況に よる。 数値は 参考	1.5~ 2.5割

6. ため池査定設計書作成の手順

1) 被災ため池現地における作業

(1) 被災状況調査

- ①被災状況を確認し、現地に持って行った平面図により被災状況図を作成する。
- ②同時に被災状況の写真を撮影する。
また、未被災部についても写真を撮影する。

(2) 測量

- ③地山への取付け、被災の無い堤体から堤体軸を決定する。
- ④仮ベンチを置き、標高を任意で設定する。
- ⑤被災箇所の堤体センターに起終点の杭を打設し、起点から20mピッチでN〇杭を打設する。（下流を見て左側から番号をつけ、断面変化点には+杭を設定）
- ⑥必要に応じて平板等により平面図を作成する。（原則は、1/2500の図面を拡大して使用）
- ⑦ポール横断により杭を打設した横断を測量する。（左側が水面になる）
なお、後日の査定のため写真を撮影しておくこと。
- ⑧レベルにより縦断（天端高）を測量する。
- ⑨被災の無い断面の満水位（洪水吐高）、天端高をレベルにより測量する。
（計画諸元の決定基礎とする）

2) 机上での作業

- ⑩被災状況（亀裂）から復旧工法を決定する。
土 工 —— 均一型か前刃金型
構造物 —— 樋管、洪水吐、制波ブロックの復旧の有無
- ⑪現場で測量した縦断図、横断図を製図する。
- ⑫標準寸法表により計画諸元を決定する。
- ⑬決定した諸元により現況横断図に計画断面図を記入する。
- ⑭これにより土量数量計算を行う。
- ⑮樋管等構造物があれば、構造図を作成する。
- ⑯流用計画表を作成する。
- ⑰事業費明細書を作成し事業費を積み上げる。