

# ため池耐震調査事例

東邦地水株式会社 横山 啓之

## 1. はじめに

環太平洋造山帯に位置し、国土の4分の3を山地や丘陵地が占める日本において「ため池」は、農業目的のみならず治水目的として数多く存在します。地震の多い日本において「ため池」の耐震性照査は必須であり、愛知県では2013年頃から数多くの耐震性能照査が実施されてきました。

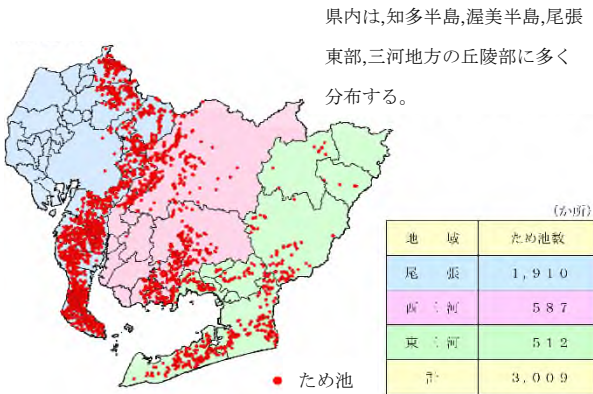


図-1 愛知県のため池分布図<sup>1)</sup>

## 2. ため池の耐震性能照査方法

### (1) ため池の重要度区分と耐震性能の設定

ため池の耐震性能照査は、ため池の重要度に応じてレベル1およびレベル2地震動に対する耐震性能を満足するかどうかで判断されます。

表-1 重要度区分による耐震性能<sup>2)</sup>

重要度区分	耐震性能	
	レベル1地震動	レベル2地震動
AA種	健全性を損なわない	限定された損傷にとどめる (液状化対策工の評価を行う)
A種	健全性を損なわない (液状化対策工の評価を行う)	耐震設計を行わない
B種	健全性を損なわない	耐震設計を行わない

レベル1：供用期間内に1〜2度発生する確率の地震動

レベル2：確率は低い地震動強さの大きな地震動

本文はため池の大多数を占めるA種を対象とした耐震照査について事例を含め、まとめたものである。

### (2) 耐震性能の照査手順

A種の耐震性能照査はレベル1地震動のみを対象とし、地質調査結果を基に堤体の安定と液状化についての検討を行います。手順としては、①震度法(Kh法)による照査(安定計算：円形すべり面スライス法)で必要安全率を満足しているかの確認、②堤体の液状化検討(FL法)により液状化の危険性とFL値を把握。この液状化検討結果を基にFL値に応じて③地震により生じる堤体への過剰間隙水圧を考慮した安定計算(ΔU法)を行い、必要安全率および許容沈下量を満足するかを判定します。

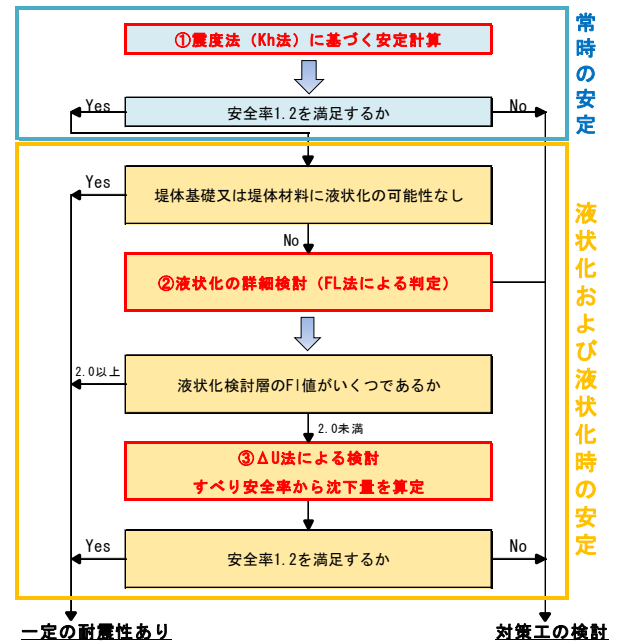


図-2 耐震性能照査フロー

## 3. 地盤モデル作成のためのボーリング調査方法

### (1) 調査地点配置

調査地点の配置は、旧地形図等を参考に堤体高が最大となる横断面を想定し、原則として3地点(a. 堤体天端、b. 下流側、c. 上流側)で実施します。

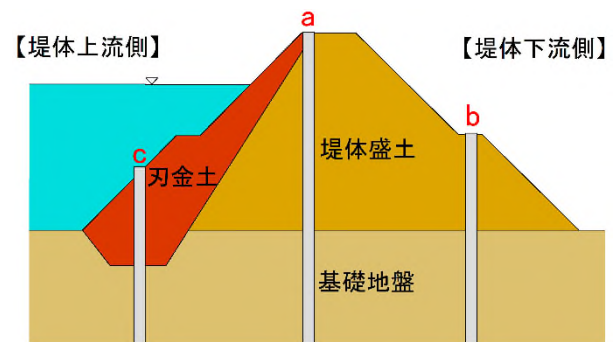


図-3 地質調査実施箇所図(前刃金型)

### (2) 検討に必要な地盤情報

ボーリング調査では、地層情報(土質とN値)と地下水位を確認するとともに浸潤線設定のために地盤の透水係数も把握します。併せてサンプリングを実施し、各構成土(刃金土・堤体土・基礎地盤)の液状化危険度や強度定数を求めるために室内試験を実施します。

なお、堤高15m未満のため池は築造時に発生した間隙水圧が完成後には消散しているという考えから、有効応力解析での検討が標準となります。そのため、サンプリング試料による三軸圧縮試験は粘性土で間隙水圧を測定

する圧密非排水試験 (CUB), 細粒分の非常に少ない砂質土で圧密排水試験 (CD) が標準となります。

#### 4. 調査事例

##### (1) 対象ため池

対象ため池は、愛知県の某所、地質は丘陵地を形成する第三紀豊丘累層の分布域にあたり、第三紀中新世の師崎層群由来の砂岩・泥質岩・凝灰岩よりなる砂礫層を主体とする地域に存在します。



写真-1 師崎層群(泥質岩) 写真-2 豊丘累層(砂礫)

対象ため池は、谷部を埋め立て築造された谷池型で遮水土である刃金土が設けられた前刃金型(図-3 参照)である。

##### (2) ボーリング結果

ボーリング結果より、礫混じり細粒土よりなる刃金土、礫分を含む細粒分質砂質土よりなる堤体盛土、細粒分混じり礫質土よりなる基礎地盤を確認した。

図-4 にボーリング結果および施工図面を基に作成した地層推定断面図を示す。

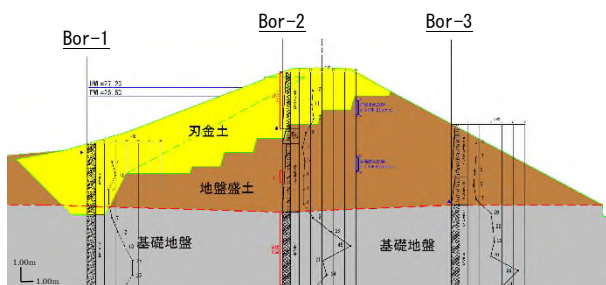


図-4 地層推定断面図

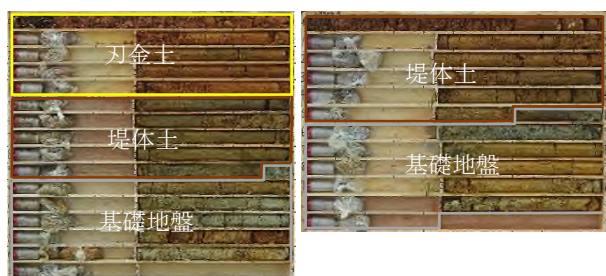


写真-3 Bor-2 コア 写真-4 Bor-3 コア

##### (3) サンプルングおよび室内土質試験結果

サンプルング対象土は、刃金土、堤体土、基礎地盤であり、土質に応じて刃金土はデニソンサンプルング、堤体土はサンドサンプルングを実施した。また、基礎地盤は礫質土であるため、原位置凍結サンプルングやグラベルサンプルングなどの適用を検討したが、工費や工期等の制

約から今回は主に岩盤コアボーリングに用いられる三重管サンプラー(内管アクリルタイプ)を用い、特殊軟岩用ダイヤモンドビットを用いて試料採取を実施した。

##### (4) 地盤定数および安定計算結果

室内土質試験結果を基に決定した地盤定数を表-2に一覧し、この定数を用いた安定計算結果を図-5に示す。

表-2 検討用地盤定数一覧表

対象土	単位体積重量			せん断強度			
	湿潤 $\gamma_{t1}$	飽和 $\gamma_{t2}$	水中 $\gamma_{t2'}$	$C'$	$\phi'$	$C$	$\phi$
	(kN/m <sup>3</sup> )			(kN/m <sup>2</sup> )	(°)	(kN/m <sup>2</sup> )	(°)
刃金土	20.06	20.29	10.49	5.23	31.7	30.58	19.30
堤体土	16.93	17.04	7.24	6.00	27.4	8.00	15.30
基礎地盤	19.58	19.79	9.99	4.80	31.3	5.68	22.10

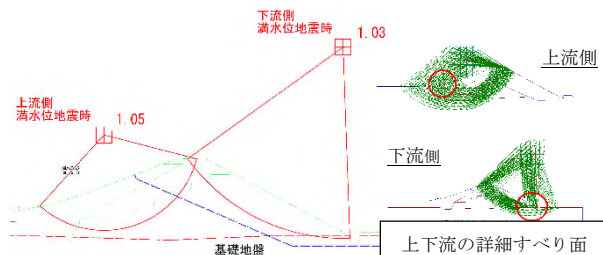


図-5 震度法による安定計算結果図

図-5より、満水位地震時において上下流とも必要安全率1.20を満足せず、両側ともに法尻付近を中心とする破壊が生じる結果となった。そこで、対策工の検討を行い、工法比較により最適な地盤改良工法を提案した。

なお、室内土質試験結果および液状化検討結果より、液状化の危険性は低いと判定されたため、 $\Delta u$ 法による検討は除外した。

#### 5. 最後に

本文は、ため池の耐震性能照査方法を紹介し、一事例を示したものである。本事例は、最も標準的なため池の耐震性能照査事例であり、東海地方に存在するため池は地域毎に構造や形状・規模、そして地形地質条件が大きく異なる。そのため、耐震性能照査の基礎となる地質調査に際してはため池毎に適した調査方法・調査数量を慎重に決定する必要がある。

今後は、ため池の条件に応じて適切な調査計画立案を行うとともに、条件の異なるため池での実務経験・検討を重ねて、自己研鑽を図っていく所存です。

#### 《引用・参考文献》

- 1) 愛知県ため池保全構想概要版(2007):愛知県農林水産部農林基盤担当農地計画課,p3
- 2) 土地改良事業設計指針「ため池整備」(2015):公益社団法人農業農村工学会,p7