

広島県における地下水位簡易測定法を用いたため池調査の取り組み事例 The Examples on Application to Reservoirs Investigation by using Simple measurement method of Groundwater Level in Hiroshima Prefecture

○野村 英雄*, 中村 博**, 河村 吉郎**, 赤坂 幸洋*

NOMURA HIDEO, NAKAMURA HIROSHI, KAWAMURA YOSHIROU, AKASAKA YUKIHIRO

1. はじめに

広島県では、地域防災計画に位置付けた重要ため池（503箇所）のうち、貯水量が多く下流側への影響が大きいため池を優先的に『ため池耐震診断』を実施し、平成27年度末までに122箇所の耐震性能照査を終了した。ため池耐震診断では、地質調査結果からいへる地震に対する堤体の安定性と液状化について評価を行っている。ため池堤体の安定性を評価する際の浸潤線設定は、『Casagrandeの方法』や『福田の実験式』、『FEM解析による浸透流解析』を用いて実施する。ところが平成25～26年度実施業務では、診断業者により浸潤線設定法やその精度に、ばらつきが見られた。また膨大な中小ため池の耐震診断を進めるためには、ボーリングに代わる低コストで簡易的な調査方法の確立と、その精度向上が必要である。そこで、広島県ではボーリングに代わって安価なサウンディングを採用し、サウンディング調査時に簡易に地下水位を推定することができる『接地抵抗を利用した地下水位簡易測定法』を用いて、安定計算結果への影響が大きい浸潤線位置の推定精度を向上させることを試みた。この手法は、地盤中の接地抵抗の特性を応用したもので、深度方向の連続的な接地抵抗の変化を測定することにより、地下水位の深度を推定できるものである¹⁾。

本報告では、この手法による地下水位測定結果と、それより推定した浸潤線について検証した結果を報告する。

2. 接地抵抗の測定方法および地下水位の評価方法

接地抵抗 R は、図-1 に示すように測定対象である E （接地電極）と C （電流補助極）間に交流定電流 I を流し、 E と P （電位補助極）の電位差 V を求め、以下の式より得られる。

$$R = V/I$$

（ R ：接地抵抗【 Ω 】， V ：電位差【 V 】， I ：交流定電流【 A 】）

本報告では、スウェーデン式サウンディング試験のロッドを接地電極として、ロッドを地盤に挿入しながら、深度方向に接地抵抗を測定した。なお地下水位は、以下の2種類の方法で評価した¹⁾。

- A：接地抵抗は地下水位の以浅と以深で比較すると、地下水位以深の測定値が5～10倍程度小さくなる特性を利用して、接地抵抗の急激な変化深度を地下水位として評価する。
- B：地下水位が無いと仮定した場合の接地抵抗の深度分布の理論値（一様地盤を仮定）を用いて、接地抵抗の値が理論値を離れた深度を地下水位として評価する。なお、地下水位が無い場合の理論値は以下の式²⁾より求まる。

$$R = \rho / 2\pi L \times \ln(2L/r) \quad (R: \text{接地抵抗} [\Omega\text{m}], L: \text{接地電極の地中の長さ} [\text{m}], \rho: \text{地下水位より上の大地抵抗率} [\text{実測値より設定} \Omega\text{m}], r: \text{接地電極半径} [\text{m}])$$

3. ため池耐震調査方針

図-2 にため池耐震調査の標準モデルを示す。ため池の規模・型式にもよるが、基本的には

* 基礎地盤コンサルタンツ株式会社, KISO-JIBAN Consultants, Co., LTD., キーワード：地下水位, 接地抵抗, ため池

** 広島県 農林水産局 農業基盤課, Hiroshima Prefectural Government

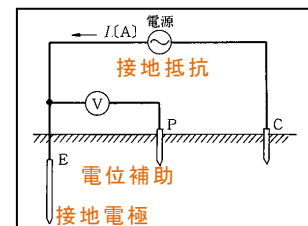


図-1 接地抵抗の測定概念
Measurement concept of grounding resistance

天端でボーリング調査を行い、それを補完する目的でサウンディング調査および接地抵抗を測定することにした。また堤体の安定性評価の解析は常時満水位条件のみで行うため、浸潤線が最も高くなる満水位状態で調査を実施し、調査結果から推定した浸潤線をそのまま解析に用いることにした。

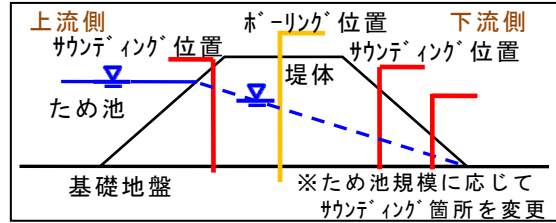
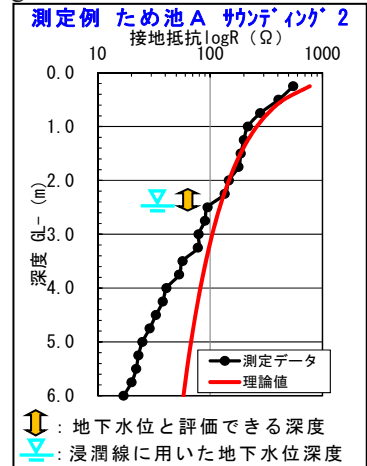


図-2 調査標準モデル
Investigation standard model

4. 地下水位測定結果および浸潤線の推定

ボーリングにおける地下水位観測結果と、接地抵抗を利用した地下水位簡易測定結果から、“現地調査結果から求めた浸潤線”を設定した。この浸潤線の妥当性を検証するために、“有限要素法（定常浸透流解析）から求めた浸潤線”と比較した。図-3に調査および解析結果を示す。ため池Aでは、2つの浸潤線は最大で50cm程度の水位差が生じている箇所があるものの、ため池水位と法尻を結ぶ直線的な浸潤線の傾向は概ね一致する結果が得られた。これより横断方向に複数測定を実施すれば、測定時の浸潤線を簡易に推定することが可能であると考えられる。



一方、ため池Bでは、2つの浸潤線は最大で1.5m程度乖離する結果となった。この要因としては、解析では堤体を1層の均一型としてモデル化しており、堤体底部の浸潤線を押し上げる効果を持つ低透水性層等を考慮できていないためと考えられる。これは、地層構成の複雑さに起因する想定浸潤線の誤差を、地下水位簡易測定によって補ったケースと言える。このような想定浸潤線の誤差は浸透流解析に限らず、Casagrandeの方法や福田の実験式でも発生するため、地下水位簡易測定による確認は非常に有効であると考えられる。

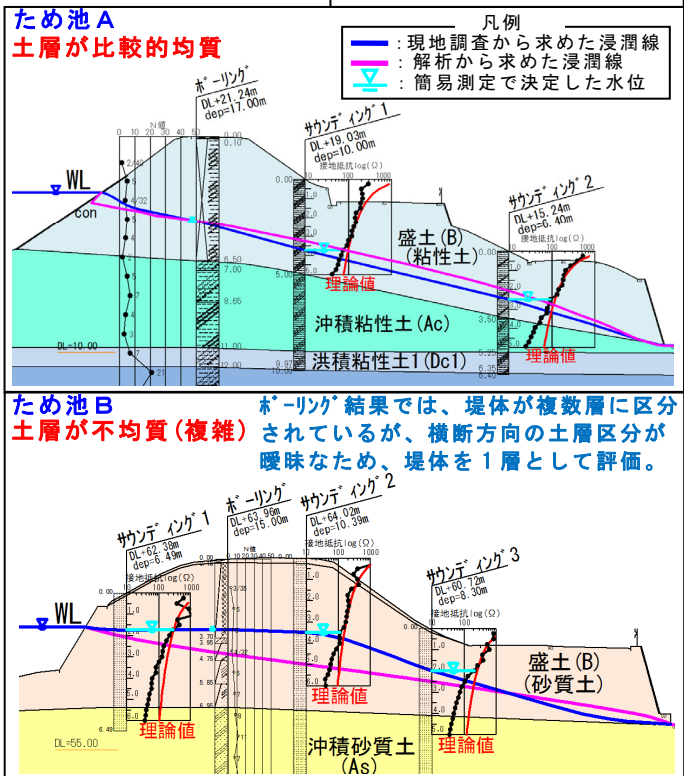


図-3 浸潤線の推定結果
Estimation result of seepage line

5. まとめ

サウンディング時に接地抵抗を測定することによって、安価かつ短時間で地下水位を推定して、浸潤線を求めることができた。また地層構成の複雑さに起因する想定浸潤線の誤差を、地下水位簡易測定によって補うことができると考える。本調査方法を有効に活用し、今後ため池耐震診断を効率的・経済的に実施していく予定である。

参考文献

- 1) 柳浦良行ほか：接地抵抗を応用した地下水位簡易測定法，第50回地盤工学研究発表会，2015。
- 2) 川瀬太郎，高橋健彦：図解 接地抵抗技術入門，オーム社，平成22年5月，p43