

調整池の漏水要因を特定するための複合調査例

中央復建コンサルタンツ(株) ○今井 千鶴、岡島 信也、金村 和生、木山 修
西日本高速道路(株) 野本 太一

1. はじめに

一般に、ため池の漏水は堰堤部から生じることが多い。漏水対策を検討する際、漏水の条件、範囲、形態および漏水量を詳細に把握することが不可欠である。また、漏水対策を確実にを行うためには、考えられる漏水の要因を抽出したうえで効果的な調査計画を立て、要因を絞り込むことが重要である。今回、複合的な調査を行い、漏水の要因を分析・評価した事例を報告する。

2. 調査地概要

調査地の地形・地質概要として、北側には上部白亜紀の堆積岩からなる山脈が連なり、南側には沖積平野と鮮新世末から更新世前期の堆積層ならびに段丘堆積層が分布する。対象のため池はその南側斜面山裾に位置する。

既往地質調査結果から、ため池堤体は、段丘堆積物、谷底堆積物上に設置されたことが確認されていた。

3. 調査計画および内容

(1) 課題

道路建設に伴う調整池としての改修工事完了後、堤体のり尻付近から約30L/minの漏水が確認された。樋管付近が水みちと推定されたため、薬液注入を実施したところ、漏水は一旦停止した。しかしながら、半年後、樋管下流の用水路から約3L/minの漏水が確認され、その後も、貯水側堤体のり尻に鋼矢板を打設する等の対策工を実施したが、現在も約1.5L/minの漏水が確認されている。

これらの状況を踏まえ、現在も継続する漏水メカニズムを解明するための調査計画を立案した。

(2) 調査内容

図-1に調査計画位置図を、また、表-1に主な調査内容を示す。電気探査については、満水の状態(降雨時期:5月下旬)と池の水を抜いた状態(無降雨時期:11月中旬)、計2回実施する計画とした。さらに、比較的表層の水みちを捉えることを目的に、1m深地温探査も実施することとした。その他、ボーリング調査、原位置試験、室内土質試験、水位観測等を実施した。

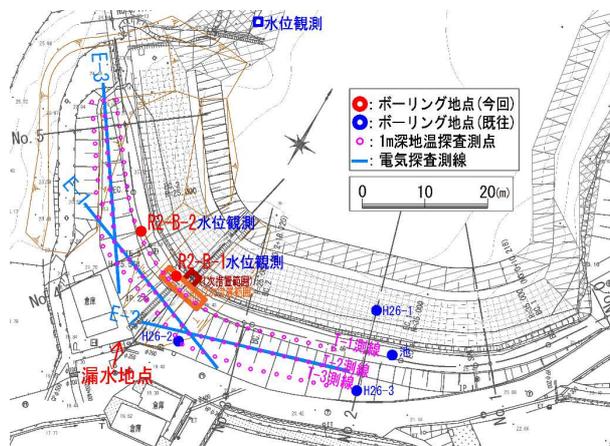


図-1 調査計画位置図

表-1 主な調査内容

調査ボーリング	φ86mm×8m:2孔
物理探査	電気探査[差分法]:0.102km(2回)
	1m深地温探査:100地点
原位置試験	標準貫入試験:16回
	多点温度検層(8m):2孔
室内土質試験	土粒子の密度、土の粒度、土の液性・塑性、土の湿潤密度、土の透水(変水位)
水位観測	貯水位、地下水位(2孔):5か月

4. 調査結果

(1) 電気探査

電気探査(差分法)は、貯水位の変化に伴う堤体漏水箇所での含水率の変化を、比抵抗値の差分として把握するために実施した。

図-2に、電気探査結果の差分断面図(各電気探査測線結果の合成図)を示す。差分の値が大きいほうが漏水の可能性が大きいことを表す。樋管設置の開削範囲内に数箇所、貯水位の変動による影響で比抵抗値が変化したと思われるゾーンが確認された。

(2) 1m深地温探査

1m深地温探査は、地下浅層を流れる水みちによって周辺の地温が変化する現象を利用したものである。1m深地温探査の実施日、緯度・経度、標高から推定される1m地温と調査時の池水温を基に、3測線の各地点で計測した地

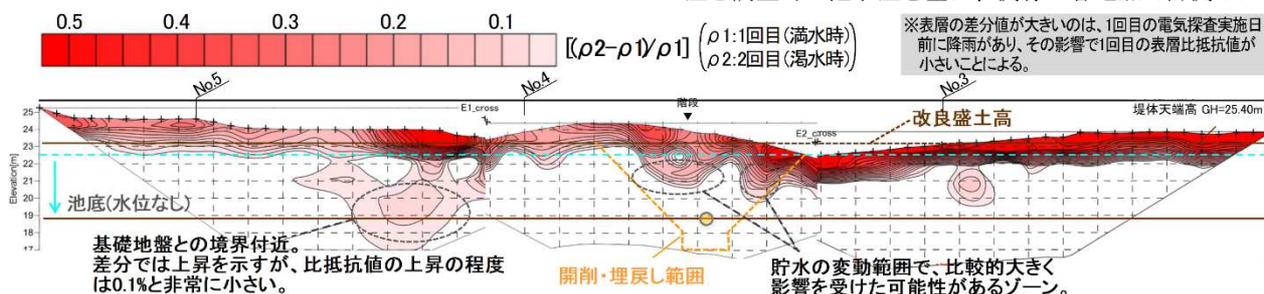


図-2 電気探査差分断面図(1回目の値を初期値とする)〔縦横比 1:1〕

温に対し、測温体、経日変化、地状について補正を行い、地温を断面上に整理した後、平面図上にプロットした。

図-3に、1m 深地温探査結果を示す。同図によると、堤体のり肩からのり尻にかけて、4条の水みちが確認された。



図-3 1m 深地温探査結果平面図

(3) 調査ボーリング・原位置試験・室内土質試験

R2-B-1は樋管設置時の開削・埋戻し範囲を、R2-B-2は非開削範囲を対象に、ボーリングを行った。

開削・埋戻し範囲と非開削範囲のいずれも、N 値に大きな違いはなく、また、室内土質試験結果の粒度組成も概ね似た傾向を示し、細粒分が多く透水性が低いことが確認された。

図-4に、湯投入から30分間の多点温度検層結果を示す。同図によると、R2-B-1はGL-4.7m 付近（堤体盛土：樋管開削・埋戻し範囲）とGL-7.4m（段丘堆積物）で、R2-B-2はGL-7.3m（段丘堆積物）で弱い地下水流動箇所が検出された。

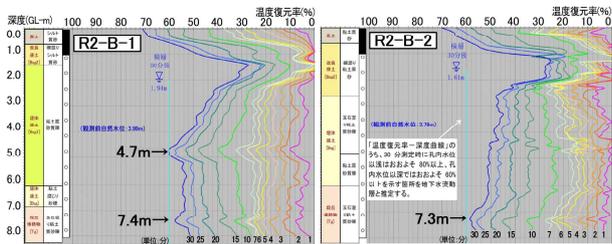


図-4 多点温度検層結果図(30分間経過)

(4) 水位観測

2回目の電気探査を実施するにあたり、池貯水位を段階的に下げており、この時の貯水位、観測孔水位と漏水量の関係を整理した。

図-5に、水位観測結果を示す。同図によると、池貯水位が標高水位21.5m より低下すると、漏水量も減少する

関係性が確認された。さらに、貯水位と R2-B-1の孔内水位は、降雨の影響がない時は似た変動を示し、その傾向は人為的に貯水位を下げた期間と水位が回復する期間で特に顕著であった。

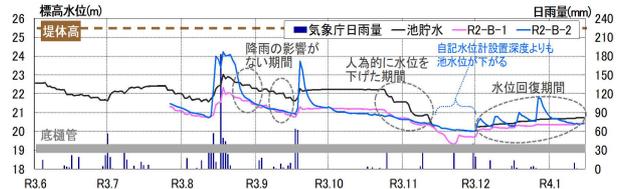


図-5 水位観測結果図(貯水位・孔内水位)

5. 考察

現地調査結果、水位観測結果から判明した事項を整理すると、以下のとおりである。

- ・電気探査結果より、樋管周辺は貯水位の違いで比抵抗値の違いが生じていることから、貯水位の影響を受けており、相対的に貯水との関連性が高い。また、右岸側は地下水が飽和している。
- ・1m 深地温探査結果より、地表面付近に貯水を起源とする水みちが形成されている。
- ・調査ボーリング、原位置試験、室内土質試験結果より、明瞭な透水層は確認されないが、一部に弱い地下水流動箇所が確認される。
- ・水位観測結果より、R2-B-1付近（樋管埋戻し部）では、貯水が堤体内（開削・埋戻し範囲）に浸透している可能性がある。

現地調査以外に、残っている工事記録についても検証を行った。池改修工事は樋管設置だけでなく、余水吐の付替えも行われており、堤体の位置によっては施工ヤードのための大規模な掘削が行われた経緯がある。埋戻し時の締め固めの程度も無視できないと考えられた。

以上より総合的に考察した結果を、図-6に解析結果図（堤体正面図）として示す。地下水に関しては、堤体材料は透水性が低いため、均一な自由地下水面が形成されているとは考えにくいものの、局所的な導水経路に伴う水みちを形成すると考えられる。樋管施工時に開削・埋戻しを行った範囲で局所的な水みちが形成している可能性が高いと結論付けた。

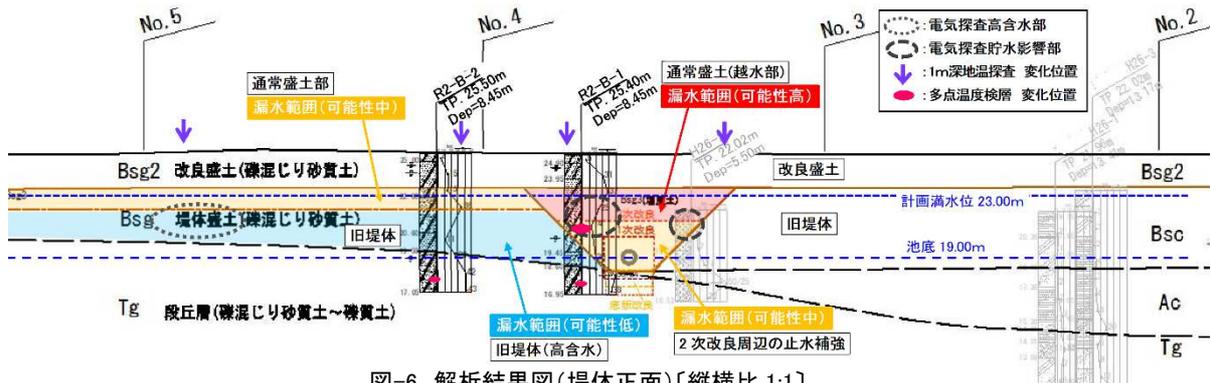


図-6 解析結果図(堤体正面)〔縦横比 1:1〕