

比抵抗映像法を用いたため池の漏水調査

株式会社ケイズラブ 正会員 河内 義文
株式会社ケイズラブ ○假屋 隆文

1. はじめに

本報告では、2000年から13年間で山口・福岡両県において、漏水の発生している56箇所のため池に対して、ダイポール・ダイポール法による高密度電気探査を行い、二次元の比抵抗値断面図を作成し、漏水箇所の判定を実施した事例から、ため池漏水箇所の比抵抗映像に現れた特徴を示す。これにより、ため池内に漏水が起因して不具合が生じている箇所、範囲などを特定する技術として、手法の可能性について述べる。

2. 比抵抗映像法を利用した経緯

2.1 比抵抗映像法に至った理由

ため池での利用が有効であると考えられるのは以下の理由による。

1 築堤材料の電氣的均質性：ため池築堤材料は、主に細粒粘土質な土を用いることが前提とされている。したがって、電気伝導度の観点からは、堤体土はほぼ均質な土とみなせるので、漏水集中部（周辺堤体より電気伝導度が高い）、構造物（底樋コンクリートは高比抵抗）等が比較的容易に把握可能である。

2 地形影響成分の排除：ため池堤体は縦断方向には、ほぼ水平に築堤されているため、観測比抵抗値を補正する（Loke, 2000）必要がない。

以上の点から、比抵抗映像法による探査が、ため池の内部の診断、特に漏水把握のためのスクリーニング手法として適した手法であることが予測された。

2.2 観測に使用した機器および比抵抗映像法

今回用いた比抵抗測定装置は、AGI（Advanced Geosciences Inc.）社製の装置を用いた。観測は二極法を用いて行った。解析は比抵抗二次元探査解析ソフト RE2DINV（Loke, 1996）を使って比抵抗映像を断面図化した。

3. 比抵抗断面図による観測結果

比抵抗映像法で捉えた漏水がボーリング調査などによるスコーピング結果と一致した例を示す。

3.1 ため池Eの場合（ため池名は表1に対応）

ため池Eのため池タイプは前刃金型。豪雨で貯水位が越流寸前まで上昇し、旧底樋（新底樋と同じ位置）周辺のパイピングが拡大して決壊した。底樋周辺を開削整形し、上流に前刃金、洪水吐も全面改修された。改修後に底樋右岸側と洪水吐急流部の直壁水抜孔からの漏水が観察された。また、堤体下流法面が高い位置から広い範囲で湿潤していた。

比抵抗映像法による観察結果とスコーピング結果：図1に示されるように、堤体下流のり面中間に縦断方向に配置したA測線で観察した比抵抗断面図によると $\rho < 72\Omega\text{m}$ が底樋上部の堤体内に捉えられた。

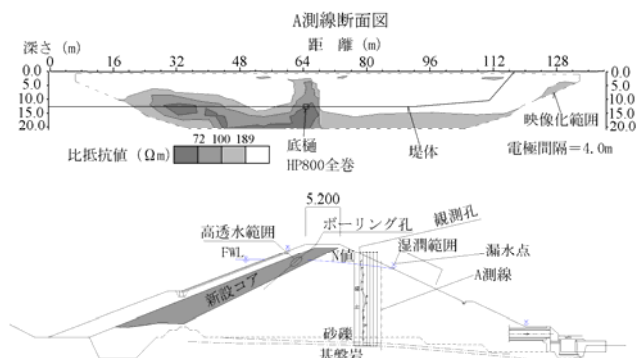


図1 ため池Eの比抵抗断面図およびコア健全度確認調査位置

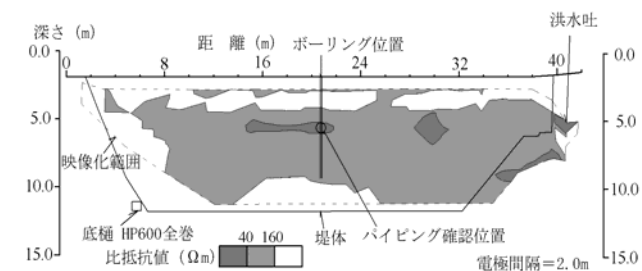


図2 漏水するため池Fの比抵抗断面図

キーワード ため池, 漏水, 高密度電気探査, 比抵抗映像法, 非破壊調査法

連絡先 〒753-0212 山口市下小鯖 3533 番地 4 (株)ケイズラブ TEL 083-927-7004

同じく図.1 の下図にボーリング位置と新設コア内で観測された高透水範囲（透水係数 $k=10^{-3}\text{cm/s}$ オーダー）を示す。比抵抗断面図は漏水範囲を確実に捉えてことを確認した。

3.2 ため池 F の場合

ため池 F のため池タイプは前刃金型。危険ため池解消のために全面改修されたが、改修後の貯水時に堤体下流法面の高い位置からの漏水が観察された。

比抵抗映像法による観察結果とスコーピング結果：傾斜コアに沿って探査したところ、図 2 に示すようにコア内のほぼ同じ標高に $\rho < 40\Omega\text{m}$ の低比抵抗の範囲が観測された。機械ボーリングによってこの深度を確認したところ、静水圧透水試験時に貯水池内側へのリークが観察されコアが欠損していることが確認された。この低比抵抗部の水平方向への拡がり、施工が数箇月中断した標高と一致し、比抵抗断面図に示される低比抵抗部はコアが欠損している範囲を示していると推定される。

4. 比抵抗値の分布判定

表 1 に漏水のあるため池の堤体（平均値）、基盤および漏水箇所比抵抗値を示す。これによると、堤体の一般的な比抵抗値は浸潤線以下で $\rho=50\sim 500\Omega\text{m}$ 、浸潤線より上の不飽和の部分は $\rho \geq 400\Omega\text{m}$ を示す。一方で集中した著しい漏水の場合、 ρ （比抵抗値） $=10\sim 50\Omega\text{m}$ に集中している。これは湿潤未固結粘土（ $\rho=20\Omega\text{m}$ ）、泥灰土（ $\rho=3\sim 70\Omega\text{m}$ ）（Mooney, 1980）の一般的な傾向に近い。

ため池の漏水は底樋等の地下埋設構造物周辺に集中する傾向があるが、改修後の場合で漏水や周辺の滞水のない底樋では、周辺地盤と同じかやや高い比抵抗値を示す傾向にあり $\rho \geq 3,000\Omega\text{m}$ と明瞭な値を示す例もあった。底樋は土管、ヒューム管、現場打コンクリート、石造など非常に低電導率の構造物であり、内部に用水が流れていても漏水していなければ、高比抵抗部として評価されるものである。したがって、底樋周辺位置での比抵抗ギャップは、不具合を示唆するものとして判定には注意する必要がある。

もう一つの漏水経路となり易い構造物の洪水吐では、高比抵抗体として示される。図 2 のため池 F のように周辺に低比抵抗ギャップが識別できれば、床版下に漏水が疑われるが、①解析断面図の縁辺部は偽像を生じやすい、②洪水吐コンクリート部分は電極配置が粗い、③洪水吐対岸部から標高が変化する場合が多く、解析精度が低下する、などの問題点があり判定は慎重に行うべきである。

5. ため池漏水調査における比抵抗映像法の適用性に関する考察

- ① 比抵抗映像法による断面図は、ため池の漏水等の現地観測結果を良く反映している。ため池 F のように一部のため池では別に実施したボーリング調査によるスコーピング結果を良く反映しており、ため池漏水調査のスクリーニング調査としての可能性は十分にあると判定できる。
- ② 漏水箇所と健全箇所は相対的な差で特定することが可能であり、漏水箇所の比抵抗値は $100\Omega\text{m}$ 以下（85% が $50\Omega\text{m}$ 以下）と考えられる。

参考文献

- Loke ,M.H. (1996): RES2DINV ver.2.0, Rapid 2D resistivity inversion using the least-squares method, M.H.Loke ,Advanced Geosciences Inc.
- Loke ,M.H. (2000) : Topographic modelling in electrical imaging inversion, A slightly updated version of an abstract submitted for the EAGE 62nd Conference and Technical Exhibition — Glasgow, Scotland, 29 May - 2 June 2000.
- Mooney,H.M.(1980):*Handbook of Engineering Geophysics* Vol.2, Bicsen Instruments Inc.

表 1 漏水のあるため池の比抵抗値一覧

ため池名	堤体(Ωm)	漏水(Ωm)	基盤(Ωm)
A	500	100	500
B	500	10	800
C	200	9	200
D	100	10	500
E	500	20	1,000
F	100	30	300
G	50	20	200
H	170	80	100
I	80	30	400
J	100	25	300
K	300	40	200
L	100	10	500
M	200	40	1,000
N	150	20	500
O	200	20	1,000
P	100	50	800
Q	200	60	500
R	200	30	500
S	150	30	600
T	300	100	200
U	120	50	800
V	150	30	300
W	100	50	3,000
X	100	40	200
Y	200	20	500
Z	180	30	300