

老朽化したダム減勢工における電気探査事例

中央開発㈱ ○山下大輔
矢野晴彦

1. はじめに

本論文は、完成から長期間が経過し老朽化したダムの減勢工部において、顕在化した変状の原因解明および対策工のための基礎資料を得る目的で実施した地質調査事例である。減勢工は特に左岸側で変状が大きく、コンクリート継目で最大200mmのズレを生じていた。また、導流壁には隅角部を中心にクラックが分布しており、恒常的な湧水を生じていた。これら変状の発生原因を特定するため、減勢工導流壁背面において電気探査と調査ボーリングを実施した。

2. 電気探査測線の設定

当該ダムの基盤地質は丹波層群Ⅱ型地層群に区分され、砂岩・頁岩が主体をなす。丹波層群中には、水平変位量が100mに達し、厚い破碎帯を伴う「F-0断層」が左岸側導流壁を横断して分布することが知られていた。また、導流壁の背面は埋土が施工されている。

探査測線の設定に当たっては、埋土層の状態及びF-0断層の分布を把握できるような配置とした(図-1)。

なお、現場はV字型の谷地形に建設されたダムの直下流にあたり、減勢工自体も河床からの比高が約20mと非常に起伏に富んだ地形であり、電気探査測線を展開する

のに不利な条件であった。このため、図-2に示すように、縦断測線(E-1・E-2・E-3)では測線端部を導流壁の下に設置することで深部のデータを与え、データ欠損の補完を行った。また、横断測線(E-4)では左右岸減勢工背面に位置する横坑を利用することで測線の起伏を抑え、深部まで高精度なデータ取得ができるように工夫した。

電気探査は電極間隔を3mとし、水平方向の地質構造に解像度が良いウェンナー配列と、垂直方向の地質構造に解像度が良いエルトラン配列の両者を併用することで、探査精度の向上に努めた。

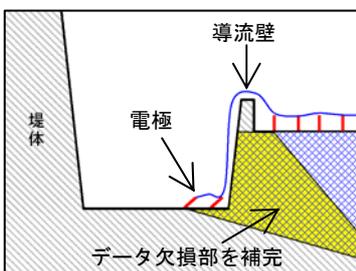
これらに加え、減勢工の変状の一因と考えられる導流壁背面の埋土層中の地下水の状態を把握するため、「比抵抗差分法」を採用した。

※比抵抗差分法：電極配置をそのままに、1回目の測定に対し測定電圧を変化させて2回目の測定を実施する。この電圧変化により電流電位の発生箇所が蓄電(チャージ)され、さらに大きな電流電位が生じ、結果として比抵抗値がより小さく変化する。これを分布図として表わすことで、断面分布上で地中水の被圧流動の大きさが比抵抗変化率の大きさとして取り出すことができる。

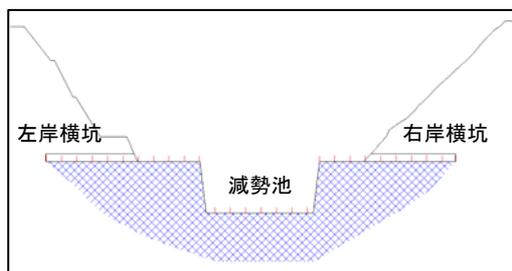


測線名	測線長 m	測点間隔 m	備考
E-1	114	3	左岸側 縦断測線
E-2	111	3	左岸側 縦断測線
E-3	120	3	右岸側 縦断測線
E-4	135	3	横断測線
合計	480		

図-1 電気探査およびボーリング配置平面図



※縦断測線の端部は、データの欠損を補完するために、電極を導流壁の下に設置した。



※埋土部と横坑は同レベルにあり、測線の起伏を押さえることができる。減勢池下部の十分な深度まで、精度の良い探査が可能となった。

図-2 深部までデータ取得するための工夫

3. 調査結果

例として、E-1 測線における調査結果を図-3 に示す。
また、図には電気探査結果を踏まえて実施した調査ボーリング (No. 25-1 ; L=40m, $\angle 50^\circ$ 斜め下方) 結果および既存ボーリング結果を合わせて示す。

電気探査による比抵抗分布とボーリング結果による地質区分は良い対応を示し、比抵抗コンターが水平に近い箇所が埋土層、垂直に近い箇所が岩盤にそれぞれ対応した。また、埋土中の玉状~層状高比抵抗部は玉石層、レンズ状をなす低比抵抗部が粘性土層にそれぞれ対応した。

測点 No. 18~22 付近に不明瞭であるが比抵抗コンターの屈曲部が分布するが、これを F-0 断層と想定した。ボーリングを実施した結果、粘土~砂~礫状を呈する 2 条の断層破碎帯を確認した。

比抵抗差分法の結果、GL-10m (HL+27m) 以浅の埋土中に玉状の地下水流動部が複数認められた。ボーリング結果と比較すると、粘性土層上面を中心に分布することが分かった。既設水位観測孔による地下水位は GL-15m (HL+22m) 付近に確認されているため、これらは地下水位より上位に分布するものと考えられる。左岸側で実施した E-1・E-2 測線の比抵抗変化率分布が大きい箇所を比較した結果、両測線で対比可能であったことから、これらは水みちをなしている可能性が高いと考えられる。

また、調査ボーリングの結果、埋土層は非常に不均質であり、礫間の細粒分が流失し、緩んだ箇所が随所で認められたほか、比抵抗差分法による比抵抗変化率が大きかった箇所では、含水により軟質化した粘土混じり砂礫層として確認された。

4. 減勢工の変状原因

調査の結果、減勢工の変状原因として、①不均質な埋土層において緩みや空隙等の存在により土粒子間のせん断強度が低下し、埋土層が不安定化したこと、②地下水および水みちにより土層に間隙水圧が作用することで、減勢工で最も応力が集中しやすい隅角部に大きな変状が発生したこと、が主な要因であると考えられる。

5. 今後の展望

本論文で実施した「比抵抗差分法」は、近年、道路トンネルの地下水調査や深層崩壊地の水みち調査等に利用されるケースがあるが、現時点ではオーソライズされた手法ではない。今回の調査結果では、特に浅層において地質構成、地中水の状態と非常に良い相関を示したことから、地下水・水みち等の調査において有効な手法であると考えられ、今後、広く展開されていくことが望まれる。

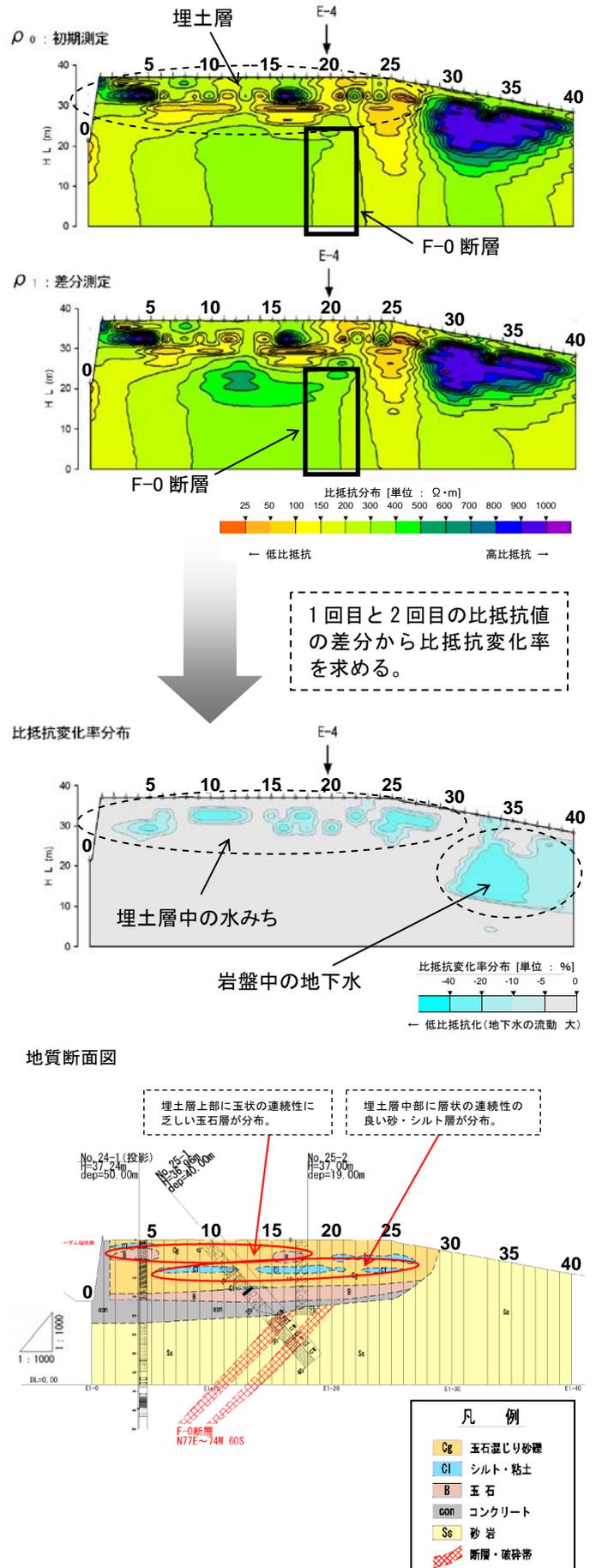


図-3 E-1 測線調査結果