

空洞調査における電気探査の適応性

住鉱コンサルタント(株) 荒木 強・佐々木孝雄
高橋 直良・上原大二郎

1. はじめに

地下の構造を把握するために電気探査を用いる場合、対象物が比抵抗異常体として直接捉えられるとは限らない。

本発表では、空洞の分布を把握する目的で実施した比抵抗トモグラフィにより得られた解析断面図の解釈について、ボーリング調査、水質試験結果及び電気検層結果等を踏まえて検討する。

2. バックグラウンド

調査地は標高 100m 前後の低い丘陵地の谷間に位置する。

調査地の地質は主として古第三紀の堆積岩類から構成される。地層は概ね南北方向の走向で、東に緩く傾斜する。空洞は主に泥岩に狭在する炭層の採掘跡である。空洞の分布等に関する明瞭な記録はないが、調査地付近には採炭跡と思われる空洞が数ヶ所確認された。

谷を横断する探査測線上で、調査ボーリングを2孔実施した。地質断面図を図1に示す。調査地に分布する堆積岩類は主に礫岩からなり、下位から礫岩層、砂岩層、泥岩層という一連の岩相変化を一輪廻とし、3つの輪廻が確認された。いずれのボーリング孔においても深度 25~30m 付近に掘削長で 1~2m の大きさの空洞が確認された。

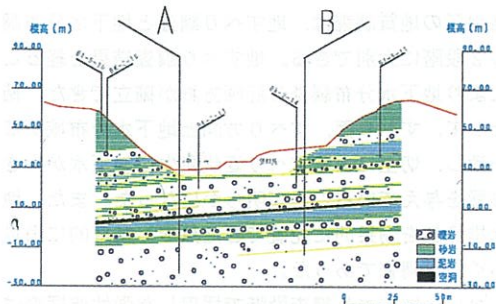


図1 地質断面図

各ボーリング孔に分布する地下水の水質試験結果を図2に示す。空洞及び空洞より上位の地下水は表流水と類似するが、空洞より下位に分布する地下水は表流水に比べ、イオン重量濃度が3倍程度高い。

電気検層結果(図3)及び岩片の比抵抗値測定試験結果から、空洞を境に上位は高比抵抗、下位は低比抵抗の傾向を示すことがわかる。岩種では検層結果、岩石試験ともに礫岩→砂岩→泥岩の順に比抵抗値は低くなる傾向がある。

ボーリング掘削中の水位変化(図4)は、掘削深度と孔内水位の変化を見ると、空洞下部の泥岩(標高-10m

付近)より下位まで掘削した時点で水位が高くなり、被圧水の分布が確認された。

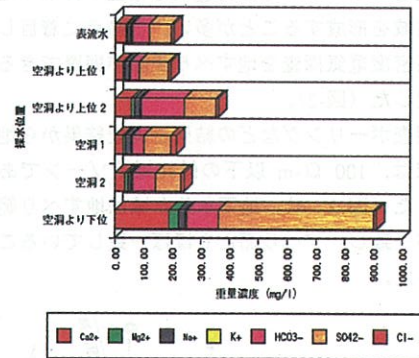


図2 地下水中のイオン重量濃度

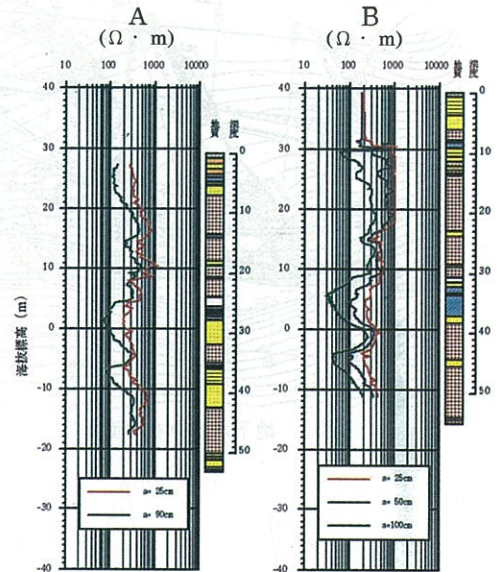


図3 電気検層結果

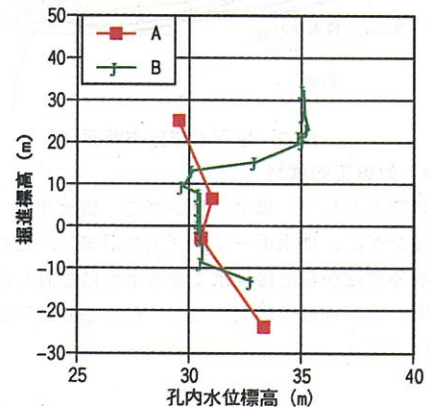


図4 掘進長に対する孔内水位標高
(孔口標高はBK-3-2で39.44m、BK-3-3で29.35m)

3. 比抵抗トモグラフィー

比抵抗トモグラフィーの測定は 2 極法により実施した。地表測線は測点間隔 2.5m、測点数 100 点、測線長 247.5m、ボーリング孔内測線は測点間隔 2.5m、2 孔合計の測点数 36 点、測線長 85m で測定を実施した。測定には住鋳コンサルタント (株) 製、多チャンネル電気探査測定装置 GS-3000 を使用した。解析は平滑化制約付き最小二乗法による比抵抗 2 次元インバージョン (佐々木、1988) を行った。

解析断面図 (図 5) によると標高 10~20m 付近のところに高比抵抗帯 (100Ω・m 以上) が幅 10m 前後でほぼ水平に連続して分布しているのが確認された。

4. 解釈

1) 地下水ブロック

水質試験結果は空洞の上下で異なる水質の地下水ブロックの存在を示した。空洞の上下で地下水ブロックが異なるのは、空洞が新鮮な地表水を大量に地下に呼び込んだことに起因すると考えられる。この場合、空洞位置は 2 つの地下水ブロックの境界として識別することが可能である。

2) 比抵抗トモグラフィー解析断面図

比抵抗トモグラフィー解析断面図ではボーリングで確認された空洞箇所には明瞭な異常は認められなかった。一方、同一岩相でも空洞の上部と下部では比抵抗値が異なる傾向が認められた。これは岩石の間隙を充填している地下水の性質が異なるためと考えられる。一般に地下水は含有するイオンが多いほど電気を流しやすく低比抵抗を示し、純水に近いほど電気が流れにくく高比抵抗となる。本調査では礫岩層を充填している地下水の影響が顕著に現れ、これが解析断面図に反映されたものと判断される。すなわち、解析断面は 2 つの地下水ブロックの存在を明示している。

3) 空洞の分布

以上の解釈により、空洞は解析断面図の高比抵抗帯と低比抵抗帯の境界部付近に連続して分布すると推定される。また、同様の解析断面が約 10m 上流側でも得られたことから、この空洞は面的に分布すると推定される。

5. まとめ

①ボーリングにより空洞を確認した。

②空洞を境とする地下水のブロック化を水質調査より明らかにした。

③比抵抗トモグラフィーにより 3 次元的な空洞の分布を推定した。

6. あとがき

地下空洞調査の最も有効な方法は、ボーリング等により実際に確認してみることであるが、調査が広範囲に及ぶ場合には、電気探査をはじめとする、物理探査に頼らざるを得ない。しかし、物理探査が常に目的とするものを直接探し当てるとは限らない。従って、この種の探査においては、物理探査結果から有用な情報を抽出するために、有効な調査方法を組み合わせてバックグラウンドに対する理解を深めることが、極めて重要である。

7. 謝辞

最後に、本報告をするに当たり快く承諾を下された日本道路公団東北支社いわき工事事務所をはじめとする関係各位の方々に感謝の意を表します。また、比抵抗トモグラフィーの解析にあたって多くのご助言をいただいた九州大学工学部資源工学科の佐々木裕助手に感謝の意を表します。

《引用・参考文献》

佐々木裕：比抵抗 2 次元インバージョンの改良、物理探査、No.41、Vol.2、pp.111-115、1988

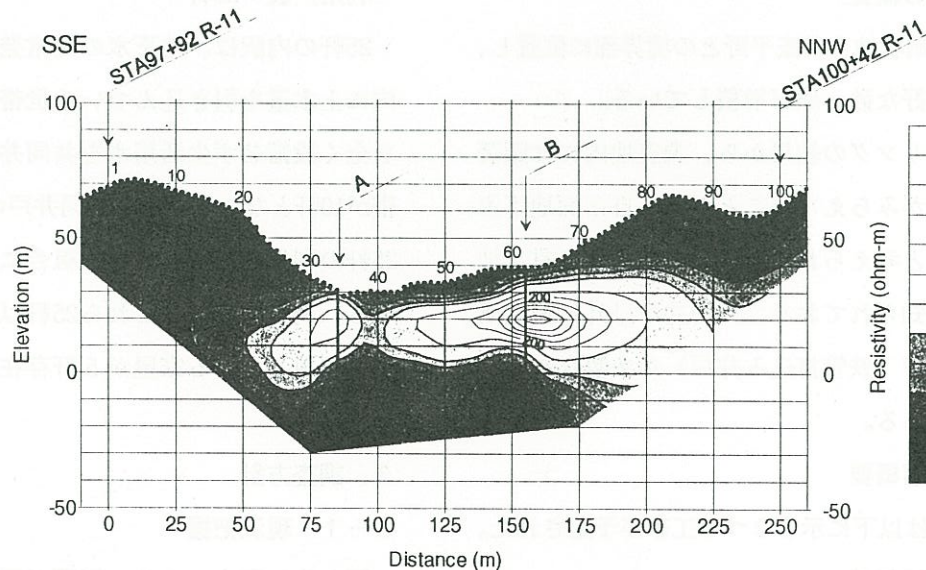


図 5 比抵抗トモグラフィーによる解析断面