

概要調査に向けた地質環境の調査技術・評価手法の実証（その6）

ー物理探査技術の実証研究ー

原子力発電環境整備機構 正会員 ○吉村公孝，村元茂則，土 宏之

原子力発電環境整備機構 石井英一

(財)電力中央研究所 鈴木浩一

1. はじめに

地層処分で行う概要調査では、地下数百メートルを超える大深度の地質環境特性を把握するために地表踏査、物理探査、ボーリング調査等の地質調査を実施する。原子力発電環境整備機構（以下、機構）は概要調査を的確に実施し、品質および信頼性が高い成果を得るために、概要調査の実施計画、調査工程や品質の管理、調査結果の評価等に関する地質環境の体系的な調査技術を確認する研究に取り組んでいる。そして、このような取り組みは、機構の事業の技術的な信頼性を示す上で大きな意義を持つものと考えている。これらを踏まえ、機構は(財)電力中央研究所（以下、電中研）との共同研究において、2006年度から電中研横須賀地区の研究所敷地内で物理探査やボーリング技術の適用性確認を通じた実証試験を実施している(例えば、村元ほか、2009)。今回は、地質構造を把握するとともに、沿岸域に特有な塩分濃度の異なる地下水の分布状況を推定するために、用いられる反射法や電磁法を主体とする物理探査の適用性について検討した結果について報告する。

2. 物理探査の概要

地層処分場の選定段階では、文献調査段階で既存の文献等に基づき地質環境モデルを構築し、これに続く概要調査では、地上からの調査によりこの地質環境モデルを更新する。地質環境モデルは、水理地質構造、地下水化学特性や岩盤特性（物理特性、力学特性、熱特性）などの地質環境特性を視覚的に示したものであるが、この各モデル構築に先立ち、各特性の空間分布の基本情報となる地質構造モデルを構築する。この地質・地質構造モデル構築には主に、地表踏査、物理探査やボーリング調査のデータを用いる。

2010年度の研究では、物理探査のうち、主に地質環境モデルのベースとなる地質構造を把握する構造探査技術と、沿岸域特有の塩分濃度が異なる地下水の空間分布状況を把握する比抵抗探査技術を併用した。構造探査技術には、2次元反射法地震探査およびボーリング孔を用いたゼロオフセット VSP およびウォークアウェイ・オフセット VSP を適用した。反射法では、南北約 600m の 1 測線と東西約 400m の 2 測線の合計 3 測線を計測した。ウォークアウェイ・オフセット VSP では、発振ラインに一部の東西測線を利用した。また、反射法測線沿いの地下 500m 程度の範囲において、反射法の解析データから音響インピーダンス断面を作成し、そこに既設のボーリング孔で実施した自然放射法検層による間隙率と音響インピーダンスの相関を利用し(吉村ほか、2007)、さらに岩石を構成する粒子の比表面積、間隙率および音響インピーダンスの相関を用いて、間隙率及び透水係数の空間分布推定を試みた。比抵抗探査技術には、自然由来の電磁波を用いた地磁気地電流法（MT 法および AMT 法）電磁探査、そして敷地の外周を人工送信アンテナとした大ループ TDEM 法および直径 50m の小ループを用いた TEM 法電磁探査を適用した。電磁法探査では、敷地内で 3 次元配置による測定を行い、そのうち MT 法と AMT 法においては、両方のデータを融合させた 3 次元解析を実施した。この手法により、比抵抗値の違いを敷地全域で把握し、地下水の塩分濃度変化の 3 次元空間分布を把握することで、沿岸域に位置する敷地地下の塩水および淡水の分布状況を推定することとした。

3. 物理探査の結果

昨年度までに研究所敷地西端で実施したボーリング調査からは、新第三紀の葉山層群とその上部の三浦層群の地層境界が確認されている。一方、研究所敷地の反射法の結果からは、地表から往復走時 0.5 秒程度までの明瞭な反射波が得られ、反射パターンの違いから二つの堆積構造と数本の断層と推察される不連続構造を検出した。そこで、この 2 層の境界部分をゼロオフセット VSP の反射波とボーリング調査結果を照合させた後に、

キーワード：高レベル放射性廃棄物、地層処分、概要調査、物理探査、沿岸域

連絡先：〒108-0014 東京都港区芝 4-1-23 三田 NN ビル 2 階 TEL:03-6371-4004

ウォークアウェイ・オフセット VSP に展開し、そこから 2 次元反射法探査の反射断面に展開して、反射法探査測線に沿った三浦層群と葉山層群分布形状を解釈した。図 1 に南北測線の反射断面図を示す。ここでは、地層境界面は、敷地中央部が浅く、南側に向かって谷状に深くなる形状が得られた。電磁法については、MT 法と AMT 法の結果からは、表層から -400m 程度まで $1 \sim 2 \Omega \cdot m$ の低比抵抗エリアが認められ、比抵抗値から海水が混合した地下水が分布しているものと解釈した。なお、図 2 は反射法の南北測線に沿った比抵抗断面図で、低比抵抗エリアは敷地の北側で高比抵抗の部分に押されるような形で変形しており、これを淡水域の張り出しによる変形と解釈した。また、小ループアンテナの TEM 法により表層から -10~20m 付近に地表形状にほぼ並行した $1 \Omega \cdot m$ 程度の低比抵抗部分が確認され、これを海水が混合した地下水を含む粘土層と解釈した。

4. 物理探査の適用性評価

概要調査の早い段階で空中、海上または地上から物理探査を行うことを想定し、要素技術を組み合わせた体系的な物理探査技術の適用性を確認した。電中研横須賀地区の施設は概要調査で想定する調査範囲に比べて面積が小さいため、深度数 km を対象にした物理探査が適用できない制約がある中で、反射法および各種 VSP 探査、各種電磁法探査を実施し、地下 500m 程度の地質構造および地下水分布に関する情報を取得した。なお、浅部構造については小ループの TEM 法が深度 100m 未満の探査に適すること、地表付近から 500m 程度の深部の地下水分布形状探査については、MT 法、AMT 法の複合解析が適すること、そして断層形状を含んだ地質構造探査には、反射法と VSP の併用が有効であることが示された。さらに、今回の物理探査とボーリング調査の結果に基づき、既存文献による地質環境モデルの地層境界の分布や塩分濃度の異なる地下水の分布形状を更新し、モデルに内在する不確実性を低減することができた。以上のことから、今後、新第三紀堆積岩の分布する沿岸域で概要調査を実施する場合、物理探査により信頼性が高い調査が実施できるものと期待される。

参考文献

- 1) 村元茂則, 土宏之, 三和公, 木方建造, 近藤浩文, 河西基(2009): 概要調査に向けた地質環境の調査技術・評価手法の実証(その1)ー目的および実施概要ー, 土木学会第 64 回年次学術講演概要集 pp305-306
- 2) 吉村公孝, 坂下晋, 小西千里, 安藤誠, 東宏幸(2007): デバインテストサイトにおける岩石物理学的手法による透水係数断面の推定, (社)物理探査学会第 116 回学術講演会論文集 pp129-132

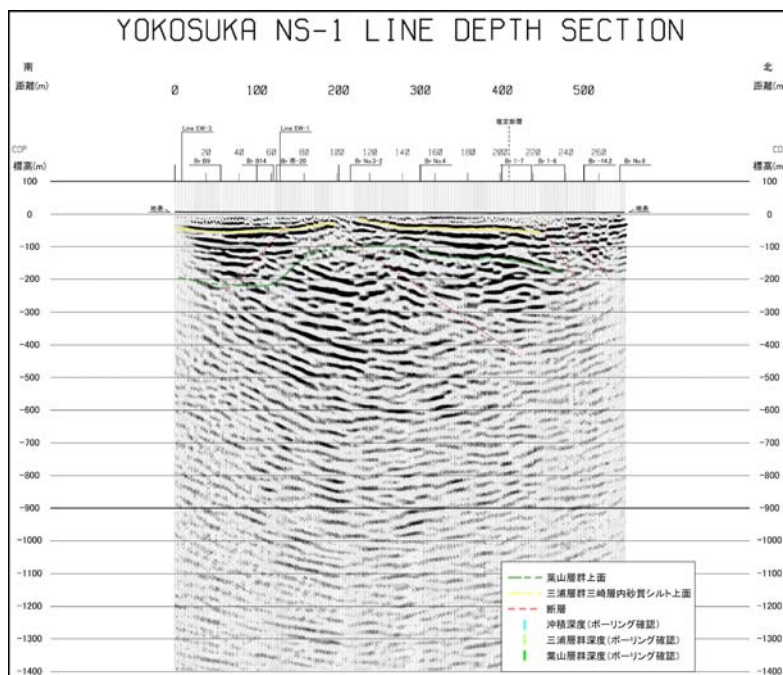


図1 南北測線(研究所敷地中央部)の反射法地震探査断面図

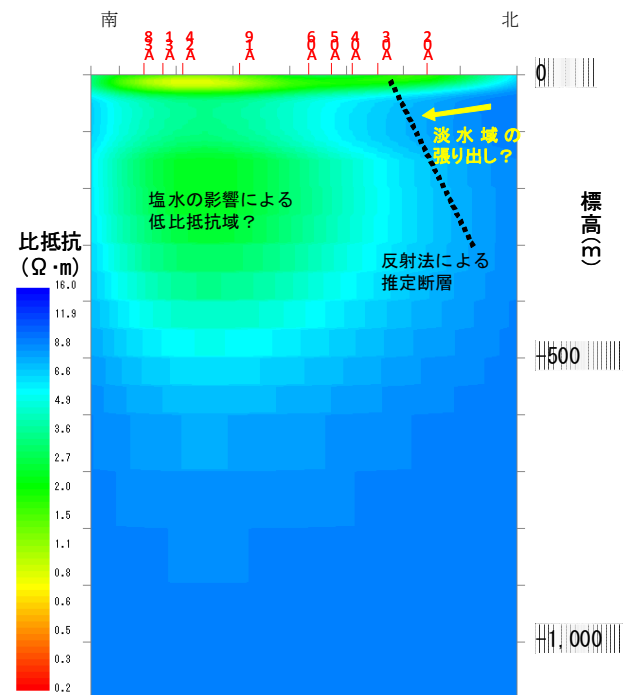


図2 MTとAMT法の3次元解析による地下水性状の推定
(3次元断面から、反射法の南北測線相当を切り出し)