

(財)電力中央研究所 正会員 田中 靖治
(財)電力中央研究所 正会員 本島 熊

1.はじめに

近年、LPGや石油の地下貯蔵、放射性廃棄物の地層処分、圧縮空気の地下貯蔵等、地下に大規模な土木構造物を建設することが注目されている。これら地下構造物の立地選定、建設や環境への影響評価にあたっては、岩盤の水理特性の把握が極めて重要な問題となる。しかし、従来より一般に実施されてきたルジオン試験等の単一孔による透水試験では、得られる透水係数等の物性値が試験位置を含むどの範囲の岩盤の物性を表わしているのか明確でなく、特に、不均一性の著しい岩盤のボーリング孔間の物性分布の推定には適当とは言いがたい。そこで、本研究では花崗岩サイトにおいて正弦波圧力試験を実施し、その結果を基に逆解析によりボーリング孔間の透水係数の分布を推定することを試みた。

2.正弦波圧力試験

(1) 試験サイトの概要

試験サイトは海岸線から数十メートル入った所に位置しており、深さ60mの3本の鉛直ボーリング孔が直線上に10mの間隔で掘削されている。試験サイト付近の地質は領家花崗岩類に属す。

(2) 試験方法

中央のボーリング孔を発信孔とし、他の2孔を受信孔とした。

発信、受信は、各孔のG.L.-17.5m～-57.5m間にパッカーで2.5m毎の区間に区切って行った。1回の試験では、発信は1区間で行い、受信は各孔4区間づつの計8区間で行った。試験は全部で44ケース実施した。ポンプ能力による制限（最大注入流量60リットル/分）により、発信圧力の振幅は発信位置近傍の透水係数に応じて0.25～3.0kgf/cm²の範囲で適当な値を選択した。また、受信孔においては自然状態で潮位の影響により0.015～0.088kgf/cm²の間隙水圧の変動が計測された。そこで、受信圧力からの潮位による影響の除去を容易にするため、発信した正弦波圧力の周期は15分とし、各ケース3周期分の発信・受信データを取得した。注入流量および潮位の計測も実施した。

(3) 試験結果

今回の試験では、全測線数352のうち208の測線で受信圧力に0.0005kgf/cm²以上の正弦波状の反応が確認された。図-1に大きな受信圧力の得られた測線の分布を示す。大きな受信圧力が得られた測線は、コア観察やボアホールテレビスキャナーを用いた孔壁観察により確認された低角度の系統的割れ目帯や主要固結破碎帶の存在箇所と良く一致している。主要固結破碎帶それ自体は難透水性であると思われるが、周辺に透水性の高いゾーンが存在している可能性が考えられる。また、特に強い応答の認められた受信区間は、単孔式の透水試験で大きな透水係数の得られたゾーンにおおむね一致している。

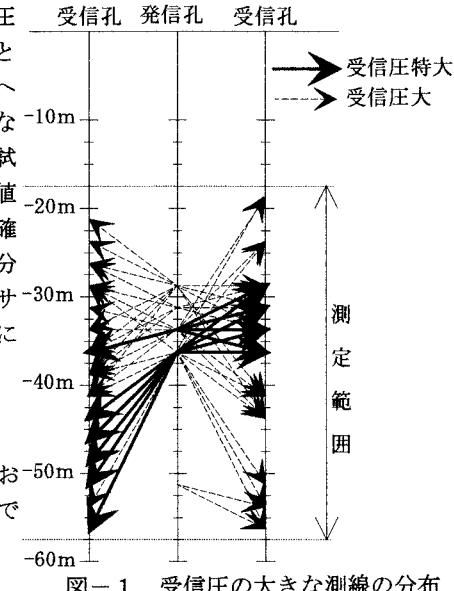


図-1 受信圧の大きな測線の分布

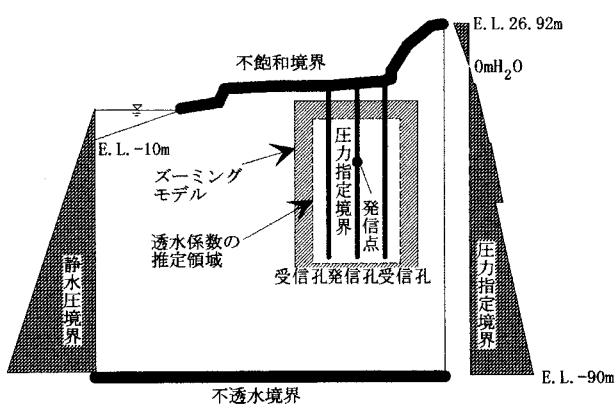


図-2 解析モデル

3. 透水係数の逆解析

逆解析の解析モデルを図-2に、解析のフローを図-3に示す。透水係数の推定領域は、G.L.-13.75～-61.25m、発信孔の左右15mの範囲である。解析の手順としては、まず、1ケース分の発信圧力の経時変化に対するモデル内の水圧分布の変化を、全体モデルを用いて順解析により計算する。そして、受信圧力に関する計算値と観測値の誤差を計算し、その誤差を減らすように透水係数を修正する。透水係数の修正量は、準ニュートン法を用いた非線形最小自乗法により求める¹⁾。修正された透水係数を基にズーミングモデルを用いて再び水圧分布の変化を求める。その際、ズーミングモデルの境界上の水圧としては、全体モデルでの計算結果を用いる。そして、再び誤差を計算し、収束していなければ透水係数を再度修正する。この作業を収束するまで繰り返し、収束した後は次のケースに対して同様の作業を繰り返す。解析はすべて2次元で行なった。また、解析に用いた有限要素は0.5～2.5m×2.5mの四角形要素である。なお、透水係数の初期値としては、地質調査や単孔式透水試験の結果を基に作成したルジオンマップの値を使用した。図-4に今回の解析に使用した測線の分布を示す。逆解析の結果得られた透水係数の分布を図-5に示す。

4. まとめ

花崗岩サイトにおいて正弦波圧力試験を実施し、その計測データを基に逆解析を行うことにより、透水係数の空間分布を推定することができた。今後は、逆解析コードを3次元に拡張し、透水係数の推定精度の向上を図る予定である。

<参考文献>

- 1) 登坂博行、増本清、伊藤一誠、大塚康範：パルスデータを用いた岩盤水理特性分布の3次元逆解析手法、第8回岩の力学国内シンポジウム講演論文集、pp.399～404、1990.

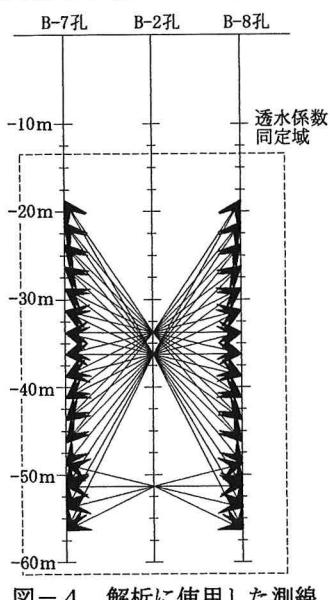


図-4 解析に使用した測線

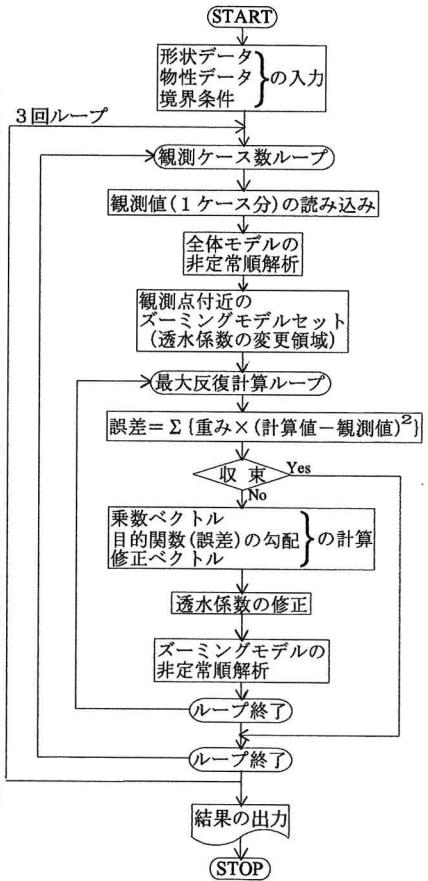


図-3 解析のフロー

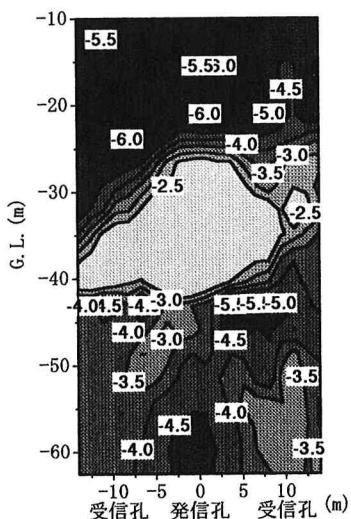


図-5 透水係数の推定結果
(cm/sec単位の値の対数表示)