

R-Vモデルによる地盤特性 トモグラフィ

(間隙率・飽和度・変形係数・透水係数)



- ❖ 本技術は自社開発の高密度弾性波探査・電気探査におけるトモグラフィ解析技術(物理探査学会賞)、地盤環境条件制御を伴う岩石試験(比抵抗・IP・超音波速度)、東北経済産業局の平成13年度創造技術研究開発補助金制度による「R-Vモデルによる地盤特性の評価法の開発」に基づいて開発されたものです。
- ❖ 本技術により自然および切土のり面の風化土や緩み度、すべり土塊の安定性、岩盤の工学的評価等を定量的に評価することが出来ます。
- ❖ ボーリング孔内における水平載荷試験や透水試験と組み合わせることにより、地盤の変形係数および透水係数の2次元・3次元分布を得ることが出来ます。
- ❖ 間隙率・飽和度・透水係数トモグラムから地盤の水理地質構造を定量的に評価することが出来ます。

北光ジオリサーチ株式会社

概要

本技術はトモグラフィ技術(電気・弾性波)と岩石物性理論から構成されています。従来はそれぞれの物理探査から得られる物性値から、直接地盤構造や物性解釈が行われてきました。物理探査から得られる物性値は地盤環境(土被り圧や地温、間隙流体の特性)および岩石組織を含む種々の因子に支配され、その物性値だけから単純に工学的あるいは水理地質学的特性を判断することは難しい場合が多い。本技術は地盤の弾性波速度分布と比抵抗分布から、それぞれの物性理論を組み合わせ、複合モデルとしてのR-Vモデルから地盤特性トモグラムを再構成するものです。

方法と手順

図-1に本技術の解析手順を示します。これに従って以下に具体的事例に基づいてその手順を説明します。

- (1) 地表一孔一孔間の比抵抗及び弾性波走時データから逆解析理論に基づいて、比抵抗と弾性波速度の2次元・3次元分布を求める。比抵抗と弾性波速度の逆解析法は拡張ベイズ法を用いる(トモグラム省略)。
- (2) R-Vモデルから逆解析を用いて間隙率と飽和度を求めるために必要な各種パラメータは、岩石サンプルを使用した比抵抗試験及び超音波速度試験を行って求める。モデルの一般式は次式で表すことができる。

$$R_R = f(\phi, S_w; X), X = (R_b, m, n)$$

$$V_R = g(\phi, S_w; Y), Y = (M_m, k_m, \rho_m, \phi_c)$$

ここで R_R と V_R は岩石の比抵抗と弾性波速度、 ϕ と S_w は間隙率と水飽和度、 X と Y は岩石の固有パラメータと地下水比抵抗である。岩石試験から求めた比抵抗係数と間隙率の関係と弾性率と間隙率の関係をそれぞれ図-2と図-3に示す。これらの関係から固有パラメータを求める。

- (3) 上記のパラメータとR-Vモデルを比抵抗と弾性波トモグラムに適用し、間隙率および飽和度トモグラムを作成する(トモグラム省略)。
- (4) ポーリング孔透水試験から求められる透水係数 k と検層比抵抗から得られる真の比抵抗係数 F_t の関係を求める(図-4)。また、孔内載荷試験による変形係数 E_L と検層速度にGassmann-Biotモデルを適用して得られる骨格ヤング率 E_b の関係を求める(図-5)。

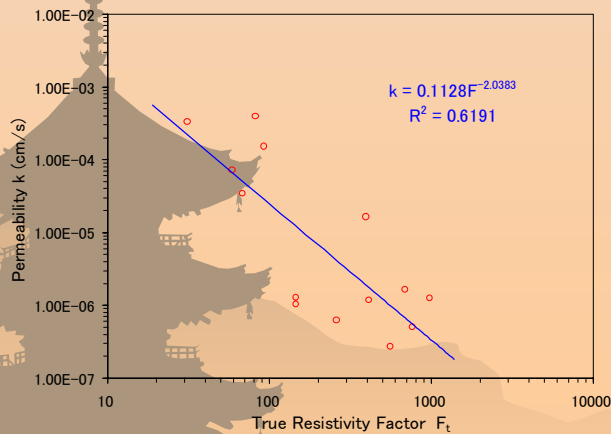


図-4 透水係数と真の比抵抗係数の関係

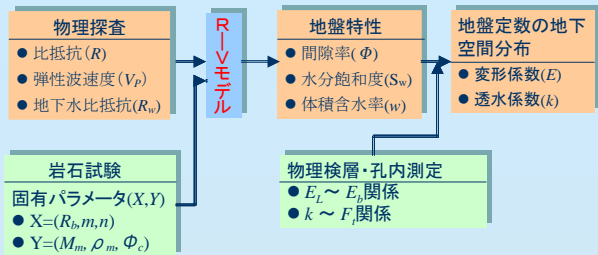


図-1 解析手順

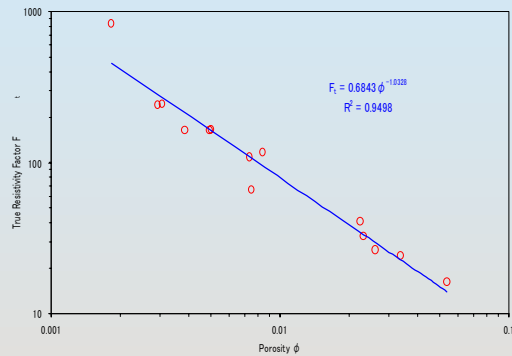


図-2 真の比抵抗係数と間隙率の関係

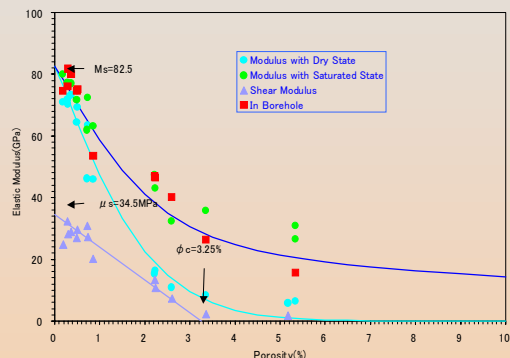


図-3 弾性率と間隙率の関係

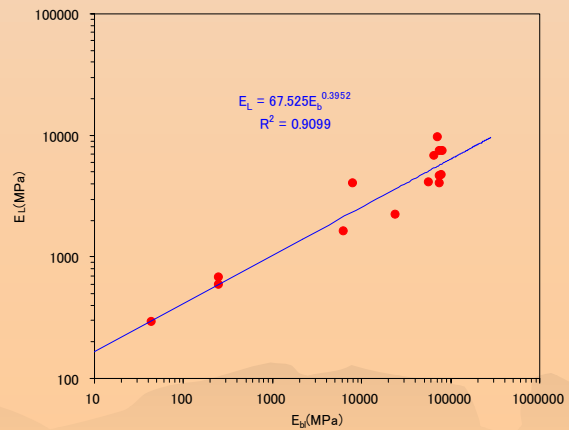


図-5 変形係数と骨格ヤング率の関係

(5) 比抵抗および弾性波速度トモグラムから骨格ヤング率と真の比抵抗係数を求め、図-4と図-5の関係を利用して透水係数(図-7)と変形係数(図-6)の地下空間分布を求める。

実施例

(1) 地下水理学的調査

調査地点はダム計画地点の左岸部で、第三紀中新世後期の地層が分布している。この地層の主要部分は礫岩層で、泥岩層や凝灰岩層の薄層を挟み不透水層を形成している(図-8)。泥岩の薄層の上部は帯水しているが、その下部は非常水層であることがボーリングの掘削過程における地下水位の観測で分かっている。また、泥岩の薄層は一部擾乱され不完全な不透水層であることが分かっており、それは図-9の飽和度トモグラムからも確認できる。

(2) 道路切土のり面調査

当該地点は山岳道路の斜面の安定性を検討するため高密度電気探査・弾性波探査を実施したものである。地質は新第三系中新統の凝灰角礫岩を主とする地層から構成されている。弾性波速度(図-10)トモグラムと間隙率(図-11)トモグラムを比べると後者の方が前者に比べて緩み土塊の境界が明瞭で、明らかに円弧状のすべり構造が認められる。

(3) 原石山調査

調査地点の地質は石灰岩・千枚岩からなる古生層で、地層は急傾斜し破碎帯が存在する。間隙率・飽和度(図-12・13)トモグラムから図-14に示す総合地質断面図を作成した。特に地下水面は飽和度帯の形状から断層部で凹んでいることが分かる。

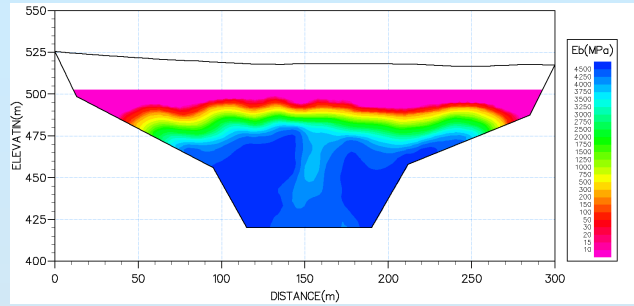


図-6 変形係数トモグラム

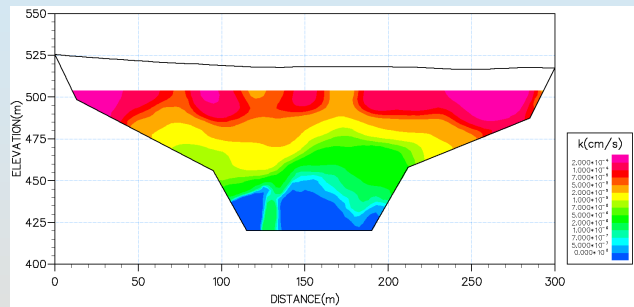


図-7 透水係数トモグラム

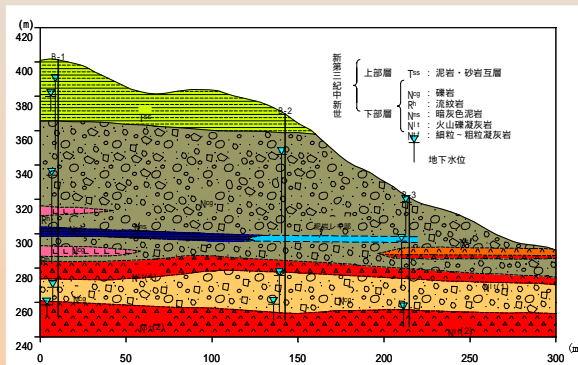


図-8 水理地質断面図

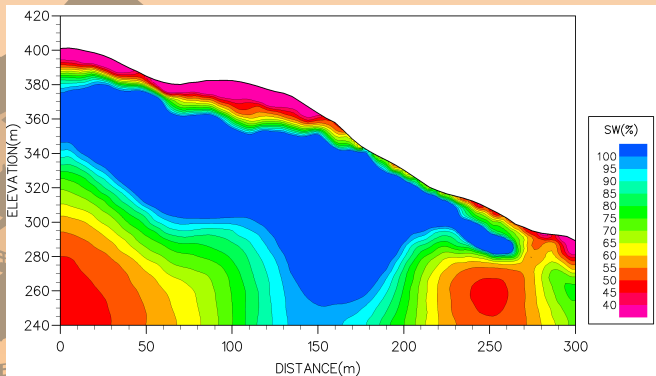


図-9 飽和度トモグラム

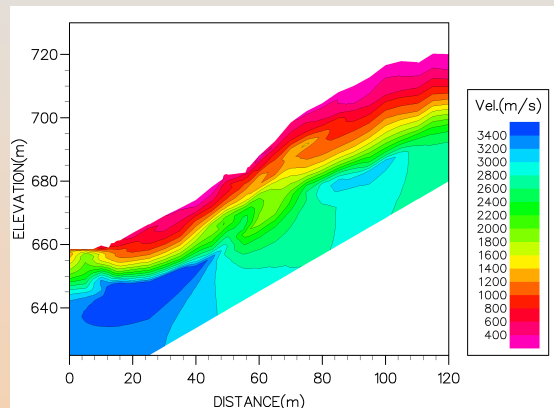


図-10 弾性波速度トモグラム

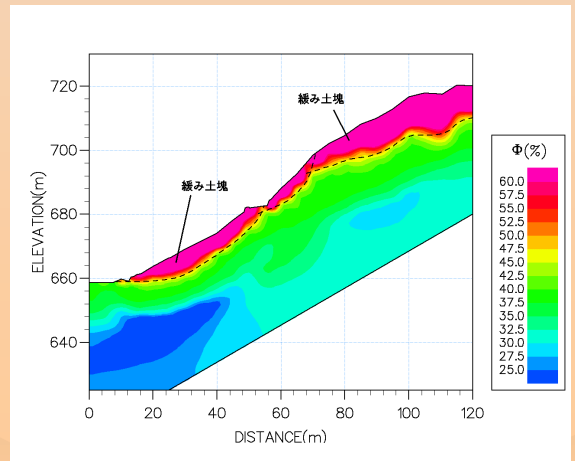


図-11 間隙率トモグラム

(4) 急傾斜斜面調査

当該地点は第三系鮮新統の砂岩・シルト岩凝灰岩から構成される(図-15)。砂岩層、特にその先端部は間隙率トモグラム(図-16)において間隙率が著しく大きいことから、緩みが大きいことが分かる。

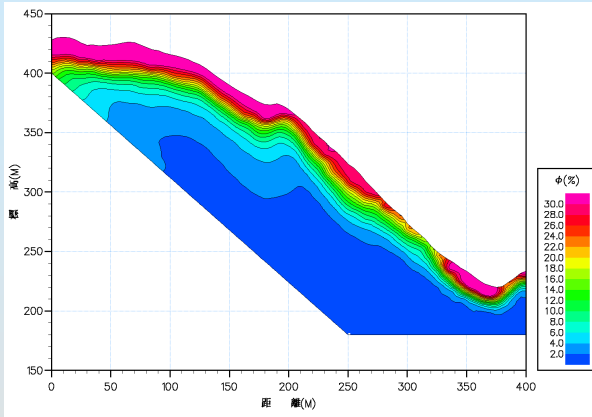


図-12 間隙率トモグラム

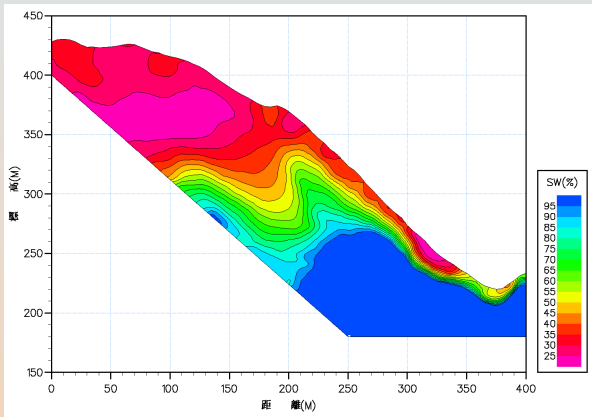


図-13 飽和度トモグラム

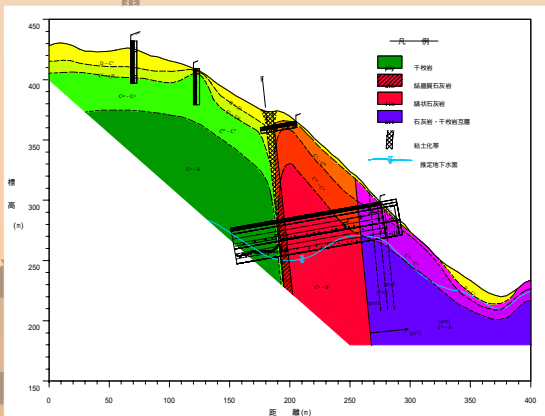


図-14 総合地質断面図

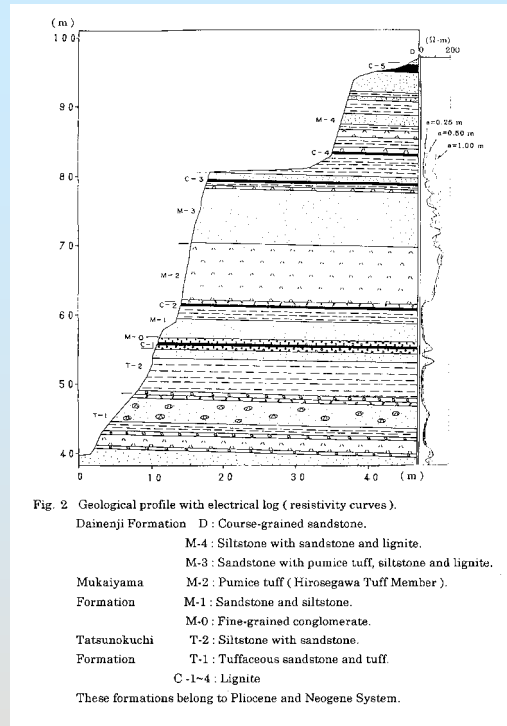


Fig. 2 Geological profile with electrical log (resistivity curves).
 Dainenji Formation D : Course-grained sandstone.
 M-4 : Siltstone with sandstone and lignite.
 M-3 : Sandstone with pumice tuff, siltstone and lignite.
 Mukaiyama Formation M-2 : Pumice tuff (Hirosegawa Tuff Member).
 M-1 : Sandstone and siltstone.
 M-0 : Fine-grained conglomerate.
 Tatsunokuchi Formation T-2 : Siltstone with sandstone.
 T-1 : Tuffaceous sandstone and tuff.
 C-1~4 : Lignite.
 These formations belong to Pliocene and Neogene System.

図-15 地質断面図

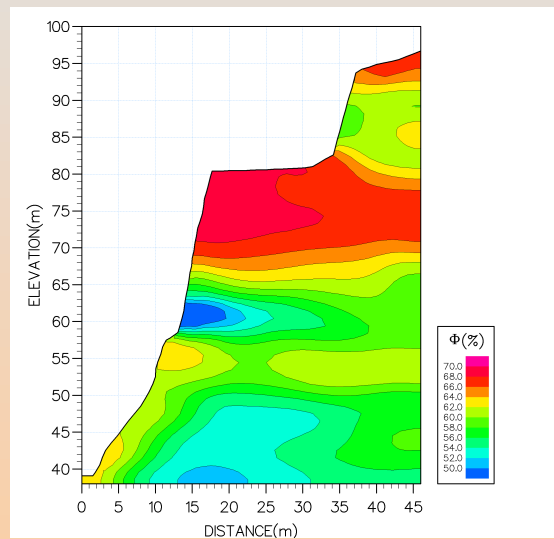


図-16 間隙率トモグラム

北光ジオリサーチ株式会社

URL:<http://www.hokko.co.jp/>

〒981-3212 仙台市泉区長命ヶ丘六丁目15-37

TEL:022-377-3744

FAX:022-377-3746

E-mail:gijyutsu@hokko.co.jp