

弾性波速度と比抵抗値を用いた地盤評価手法の検討

(財)電力中央研究所 会員 猪原 芳樹

1. はじめに

電力施設などの重要な構造物の基礎地盤の地質調査法として、最近では弾性波探査と比抵抗電気探査の物理探査結果を複合的に組み合わせて地盤評価を行う試みがいくつか提案されている。これまでに弾性波探査・比抵抗電気探査から得られた物理量を組み合わせることによって次元の異なる物理量を推定する変換解析プログラムを作成してきた。計算にあたっては、弾性波と地盤物性との関係式として Wyllie の式および、比抵抗値と地盤物性定数との関係式である Archie の式または拡張型 Archie の式と地盤の表面伝導性を考慮した Katsube and Hume の式を用いて検討を行ってきた。

2. 変換解析手法

変換解析プログラムの作成にあたっては、既知の P 波速度  $V_p$  と比抵抗値  $\rho$  を用いて、地盤評価値 A と B を計算するプログラムを作成した。ただし、これらの関係式は実験式であるため、その適用には対象地点の地質構造や岩盤の性質を考慮して行う必要がある。実際の計算では、 $\phi$  と  $S$  のモデル初期値と下記のパラメータ値を設定して  $V_p$  と  $\rho$  を計算し、その結果を物理探査解析で得られている  $V_p$ 、 $\rho$  と比較した。順次、残差を小さくするように  $\phi$ 、 $S$  のモデルを修正していくことにした。ただし、変換関係式は非線形であるため、収束させるためには計算過程に工夫を必要とした。

Wyllie の式

$$\frac{1}{V_p} = \frac{1 - A}{V_m} + \frac{A \times B}{V_f} + \frac{A(1 - B)}{V_a}$$

Archie の式

$$\frac{1}{\rho} = \frac{1}{a \rho_w A^{-m} B^{-n}}$$

拡張型 Archie の式

$$\frac{1}{\rho} = \frac{1}{\rho_c} + \frac{1}{\rho_0} + \frac{1}{a \rho_w A^{-m} B^{-n}}$$

Katsube and Hume の式

$$\frac{1}{\rho} = \frac{1}{aA^{-m}B^{-n}} \left( \frac{1}{\rho_w} + \frac{1}{d\rho_s} \right)$$

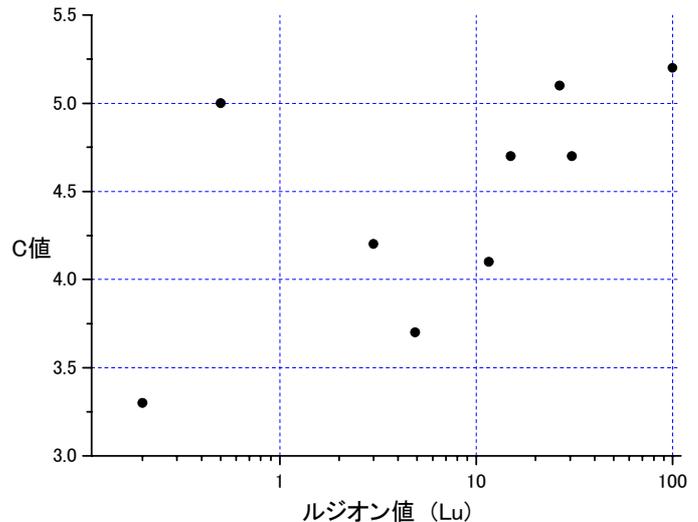


図 - 1 透水性（ルジオン値）と C 値との関係

3. 変換解析の適用

ダム堤体上部からダムコンクリート部を貫き基礎岩盤に到達する 2 本のボーリング孔の A 孔および B 孔の孔間で実施した弾性波及び比抵抗トモグラフィ探査結果をもとに変換解析の適用性の検討を行った。ここには中生代のチャートなどの礫を多く含む泥質岩がコンクリート重力式ダムの基礎岩盤に分布していた。

解析の結果から、A 値は弾性波速度との相関性がよく、A と B の積である C 値と比抵抗値の相関性がよいことがわかった。また、C 値はボーリング孔内で行った透水試験結果に対する相関がよいことがわかった(図 - 1)。このことから、地盤の評価方法として変換解析から得られる A 値は地盤の強度特性を表すものとして、

キーワード 弾性波探査、電気探査、地盤評価、地質調査、Palm OS

連絡先 (住所;千葉県我孫子市我孫子 1646・電話;0471-82-1181・FAX;0471-82-2243)

また C 値は地盤の透水性状を表すものとして、評価できる調査手法となる可能性があると思われる。

4. 複合的な探査装置の作成

変換解析手法を原位置での調査・評価に用いることができるように、数 m 間の小区間の地盤弾性波速度及び電気比抵抗を、速度計もしくは加速度計を内蔵した電極センサを使用することにより、1 台の装置で電極を切り替えながら測定できる複合的な探査装置を作成した(図-2)。装置の主な仕様を表-1に示す。

5. プログラムの移植

現地での測定作業と変換解析の作業を円滑に実行できるように、現場技術者が Palm Computer を用いて測定しながら解析ができるようにプログラムを Palm OS で動作するように移植した。移植作業では、現場での計測時に利用できることを目的として、移植する機能を計算処理の部分のみとし、入力データ作成にかかわる前処理と図化処理にかかわる後処理は移植項目から外した。ただし、従来の計算機環境とはまったく異なるモバイル環境であるため、ユーザーインターフェースは新たに作成した。

表-1 複合的な測定装置の主な仕様

弾性波速度測定部		電気比抵抗測定部	
(1) 入力チャンネル数	2 ch	(1) 電流送信部	
(2) アンプ部	周波数特性: 100 Hz ~ 150 Hz	最大出力電圧	± 60 V
	ゲイン: 6 段階の切替	最大出力電流	± 6 mA
(3) A/D 変換部	分解能: 12 bit (1/4096)	送信波形	方形波
	サンプリグ周期: 1 MHz (固定)	送信周波数	3 Hz
(4) 収録データ数	5,000 (固定)		
(5) プリデータ	500 (固定)	(2) 電位測定部	
(6) 時間軸拡大	7 段階の切替	最大入力電圧	± 60 V
(7) 波形軸拡大	1, 2, 4, 8 倍 (4 段階の切替)	測定電圧	± 0.5 mV ~ ± 4 V
		増幅巾	5 段階の切替
		測定	表示は電圧値

6. おわりに

調査手法の適用性を検討するために、今回作成したプログラムならびに測定装置を用いて、トンネルや構造物基礎における岩盤試験結果との比較検討などを行う。

7. 参考文献

- ・ 猪原芳樹：弾性波速度と比抵抗値による間隙率・飽和度への変換解析手法の開発、電力中央研究所 研究報告 U99037、2000 年。

