

地盤統計手法を用いた岩盤中の割れ目解析

京都大学工学部 正会員 大西有三 同大学院 学生会員 田中 誠
戸田建設 正会員 ○中井智己 動燃事業団 正会員 柳澤孝一

1. はじめに

岩盤に関するデータを分析するときに、古典的な従来の統計手法を用いると、測定値が各々独立してランダムに存在すると考えられているため、サンプリングの位置に関する情報や岩盤特性の空間的相互関係は考慮されていない。これらを考慮した統計手法が、地盤統計手法である。そこで本研究では試験を行うのに多くの時間と経費を要する透水係数について、岩盤の割れ目に関するデータや物理的諸性質との相関について調べることを試みた。

2. 地盤統計手法

地盤統計手法では、1. で述べた岩盤特性の空間的相互関係を考慮し、分析対象領域では2個のデータの差の分布は双方のデータ採取地点の距離のみに関係する（これを準定常性という）と仮定する。つまり本研究では岐阜県瑞浪市の深部花崗岩におけるボーリング孔で採取したデータ¹⁾²⁾を用いたが、このデータでは210～215mの間に破碎帯が見うけられたので、21～210mの間では準定常性が成り立つとしてその区間のデータを用いて解析を行った。

地盤統計手法を行うにあたり分析対象となっている領域の場の特性把握に際しては、サンプル数が多いほど実際の評価体を反映することができるのは言うまでもない。しかし、実際には透水係数のように極めて少数のサンプルしか手元にない場合もある。そこで、いま問題としている透水係数に関するデータ群と相関関係があるデータ群を併せて用いることによってデータ数の不足を補うことができる。分析対象となっている領域の場の特性把握とは、具体的にはクロスセミバリオグラムの作成で

$$\gamma_{pq}(h) = \frac{1}{2N} \sum_{i=1}^N (p_i - q_{i+h})^2$$

を計算した。ここに、 p_i と q_{i+h} は、サンプルの位置が距離 h だけ離れているデータ群 p のサンプルとデータ群 q のサンプルという意味で、 N とはその組の数を表す。この時注意すべきはこの式が2つの異なるデータ群の差をとっているということである。しかしこの単純に差をとるということには疑問が残る。例えば一方のデータ群が他方に比べて極端に大きい場合、単純にこれらのデータ値の差をとってクロスセミバリオグラムを求めると一方の影響のみが現れてしまう。つまり、単純にデータ値の差をとるよりも、それらを一度変換したり規準化したりした値を新たなデータとして用いるべきであると思われる。

3. 解析結果

透水係数と他のデータ群との相関を調べるのに透水係数を k として以下の係数 k_1 、 k_2 を定義する。

$$k_1 = - \frac{0.1}{\log k} \quad k_2 = 10 + \log k$$

これらの値を最大値が1.0、最小値が0.0となるように規準化したものを透水係数のデータとして用いる。これと様々なデータ群（RQD、割れ目の開口幅、割れ目の個数、弾性波速度、孔隙率、密度、比抵抗などの値を同様に比例的に規準化したもの。）との間でクロスセミバリオグラムを作成した。ただしこの時、21.0～210.0mの間には10個しか透水係数のデータが得られていなかった。

この結果、Fig.1～Fig.4に示すように比抵抗とのクロスセミバリオグラムだけが同様の形状を示しており、モデルフィットできる。（①Fig.1； k_1 とLN、②Fig.2； k_2 とLN、③Fig.3； k_1 とSN、④Fig.

Yuzo OHNISHI, Makoto TANAKA, Tomomi NAKAI and Koichi YANAGIZAWA

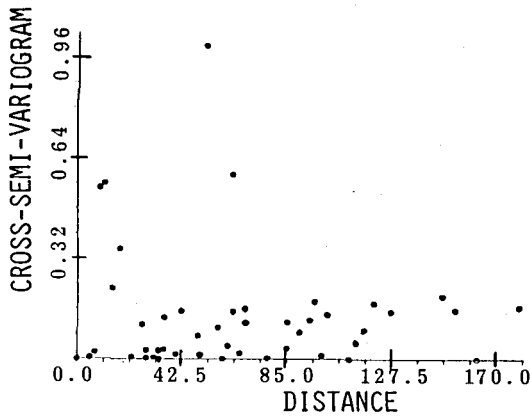


Fig. 1 k_1 とLNのクロスセミバリオグラム

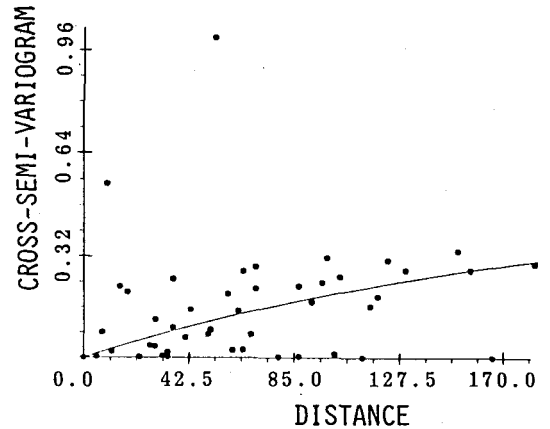


Fig. 2 k_2 とLNのクロスセミバリオグラム

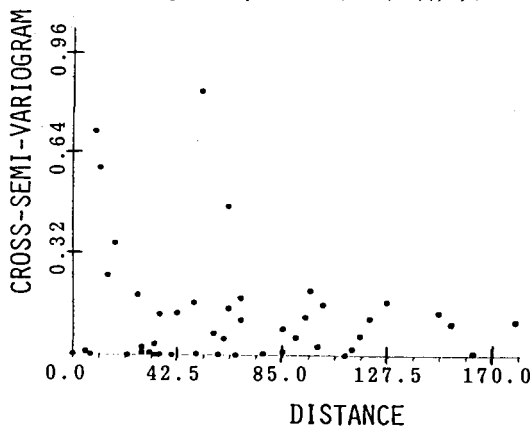


Fig. 3 k_1 とSNのクロスセミバリオグラム

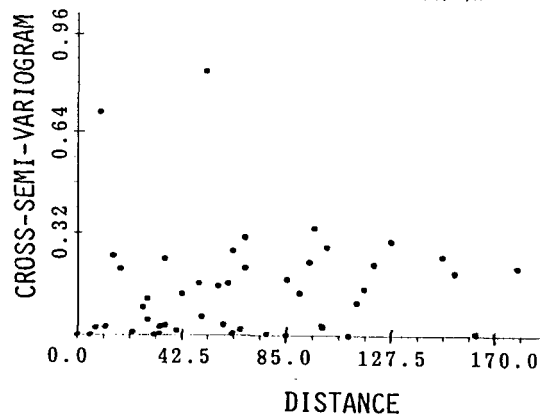


Fig. 4 k_2 とSNのクロスセミバリオグラム

4; k_2 とLN (LN, SNはどちらも比抵抗データ)

ここでFig. 2についてモデルフィットを行うと実線で示すようになり、次のように近似できる。

$$\gamma(h) = 0.5(1 - \exp(-h/190))$$

これによって透水係数と電気検層データの間になんらかの相関があることがわかる。一般的に物理検層データは比較的容易に採取可能なので、このように単価の高い透水試験のデータと物理検層データとの間の相関を調べることは非常に興味深い。

4. 結論および今後の課題

本研究で地盤統計手法の一部であるクロスセミバリオグラムの作成に関して以下のような結論を得た。

- (1) クロスセミバリオグラムは、単に2つのデータ群の純データの差をとるよりも、それに変換や規準化をほどこした後に差をとった方がよい結果が得られる。
- (2) 透水係数 k (cm/sec) と比抵抗 (ohm-m) の間にはなんらかの相関があることが確認された。

今後の課題としては、本研究では地盤統計手法の第一段階であるクロスセミバリオグラムの作成を行ったが、今後は第二段階である複合クリギングを行い、実際に透水係数の推定を試みたい。また、本研究では1つのボーリング孔から得られたデータ、つまり一次元の問題しか取り扱わなかったが、これを2、3次元に拡張する予定である。

参考文献 1) 吉田英一ほか：応用地質、30巻3号、pp.11~22、1989 2) 斎藤 章ほか：東濃鉱山における花崗岩の断層系の特性調査と岩盤評価—AN-1、AN-3号孔における水理特性調査—、1989