

琉球石灰岩層のN値分布の統計的特性

琉球大学 正会員 ○ 原 久夫

琉球大学 正会員 上原 方成

沖縄県 正会員 松島 良成

琉球大学工学部生 加納 静

1 はじめに 琉球列島に広く分布する琉球石灰岩層(図-1 参照)は、地質年代の新しい時期に発達したさんご礁堆積物からなる地層であり、固結部分、未固結部分や空洞域など変化に富んでいるため、N値のばらつきが非常に大きい地層である。本研究は、最近の工事から得られた琉球石灰岩層での比較的まとまったN値の測定値をもとに、たんにN値のばらつきが大きいことを示すだけでなく、自己相関係数を導入して琉球石灰岩層のN値分布特性を表現しようとするものである。

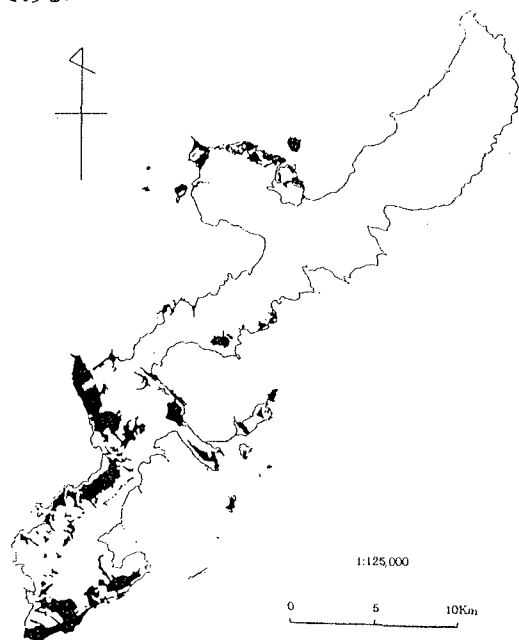


図-1 沖縄島の琉球石灰岩層の分布

2 観測されたN値分布 統計解析に用いたN値分布は、最近沖縄県内で施工された橋梁工事に伴い実施された調査から得られたものである。ボーリングは橋軸方向にほぼ等間隔で行なわれている。一般的な層序は上から、緩い砂礫層、琉球石灰岩層、島尻層群泥岩となっている。標準貫入試験は深度1mごとに行なわれ

ている。観測されたN値データは、軸方向に48本、深さ方向に約30個であり、軸方向をx、深さ方向をzとする格子点に対し、約1400個のN値が観測されていることになる。

全体の観測N値の中から琉球石灰岩層について取り出し、その平均N値、標準偏差を調べてみると、それぞれ34.2、16.8であり、N値のばらつきの大きいことがわかる。しかしN値分布を詳細に見ると、ただ単にばらつきが大きいだけではなく、部分的にはN値にまとまりのある部分が存在することが分かる。このような“まとまり”を数量的に表現するため、ここでは自己相関係数、相関距離を用いることとした。

3 自己相関係数と相関距離

自己相関係数は、一連のn個の系列データに対し、i番目とi+τ番目のデータとの相関係数であり、式(1)で定義される。式からわかる通り、自己相関係数 $\gamma(\tau)$ は、相関性を調べる間隔τの大きさに依存し、τ=0のとき $\gamma(\tau)=1$ となり、τが大きくなるに従い小さくなる。一組のデータ系列についてτを変えて $\gamma(\tau)$ を求め、その関係を式(2)で近似したとき、式中のlを相関距離と呼ぶ。相関距離lが大きいほど自己相関係数の大きいデータが続いていることを表わしている。すなわち相関間距離は、データ系列のまとまりを表わすパラメータとなっており、琉球石灰岩層に適用するとそのN値のまとまりが表現できる。

$$\gamma(\tau) = \frac{1}{V} \int_V \frac{\{u(z) - \bar{u}\} \{u(z + \tau) - \bar{u}\}}{\sigma^2} dV \quad (1)$$

$$\gamma(\tau) = \exp\left(-\frac{\tau}{l}\right) \quad (2)$$

ここで、

$u(z)$: 深さzにおけるN値

$\bar{u}$: 平均N値

σ : 標準偏差

$\gamma(\tau)$: 自己相関係数

l : 相関距離

である。

4 琉球石灰岩層のN値に対する相関距離

前述した琉球石灰岩層のN値観測資料について、3で述べた相関距離を求めた結果を図-2に示す。図において、横軸は軸方向に沿ったボーリング点である。図に示すように、相関距離は全体的には約4m~1m程度で、平均の相関距離は2.1mである。このことから琉球石灰岩層では、N値の全体的なまとまりは、ほぼこの2m程度と考えられる。

図-2では、ボーリング点だけの観測値を使って相関距離を求めているが、次にx-z平面内での相関距離を求めてみた結果を、図-3に示す。ここでの相関距離は、ある着目点を想定し、その点から斜め方向を定め(円直線となす角を θ とする)、その方向についてN値のデー

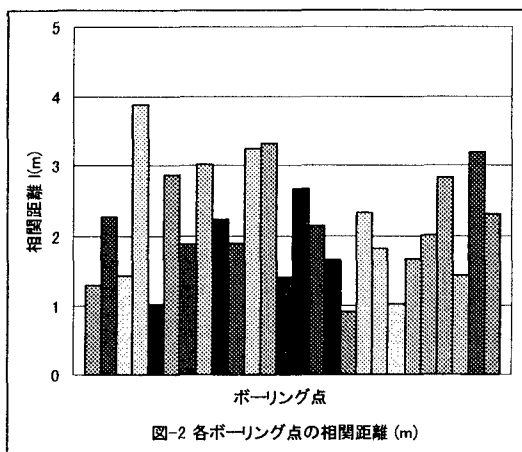


図-2 各ボーリング点の相関距離 (m)

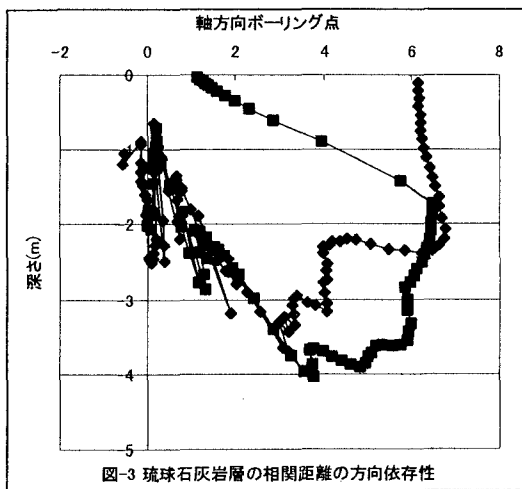


図-3 琉球石灰岩層の相関距離の方向依存性

タ系列を推定して得られたものである。任意位置でのN値の推定は、推定点位置を囲む格子点上の実測N値を用い、式(3)で推定した。この時、 $\theta=0$ は着目点のボーリングデータそのものに対応する。

$$N(x, y) = \sum_{i=0}^3 a_i N_i \quad (3)$$

ここで、 a_i, N_i などは図-4に示す位置での格子点上のN値、面積などである。

図-3は斜め方向に求めた相関距離と θ の関係を示す一例で比較的長い相関距離を持つ例である。図に示すように相関距離は θ に大きく依存し、鉛直方向には2m程度の相関距離であっても、最大で6mの相関距離を与える方向もあることがわかる。このことから琉球石灰岩層の場合、N値分布のまとまりにある特定の方向が存在することが考えられる。

5 まとめ

本報告において、琉球石灰岩層のN値分布について、自己相関係数、相関距離を用いて表わすことを試みた。その結果、琉球石灰岩層ではN値の鉛直方向の相関距離は、約2m程度であること、ある特定の方向で最大6m程度の相関距離を持つ方向のあることがわかった。

これまで琉球石灰岩層は、N値の大きいところがあるにもかかわらず、ばらつきの大ききゆえに支持層とはみなされないことが多かったが、相関距離を考慮することによって支持層としてより経済的、合理的な琉球石灰岩層の利用が可能になるものと思われる。

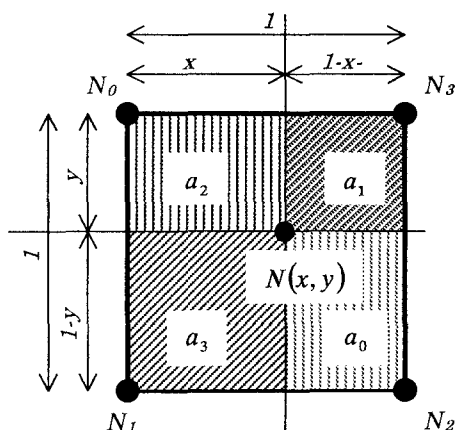


図-4 格子点上のN値からの任意位置でのN値の推定方法