

## N 値のばらつきの特徴と代表 N 値の設定について

サンコーコンサルタント株式会社 ○齊藤 麻美、平木 伸明、山崎 栞奈

### 1. はじめに

地盤調査において最も多く用いられる原位置試験は、標準貫入試験である。標準貫入試験は、軟弱な地盤から締まった地盤と適用範囲が幅広いため、得られるN値は、地盤評価の標準的な指標となっている。N値は、地盤の固さや締まり程度を評価するだけでなく、粘着力、せん断抵抗角、変形係数等の地盤定数の設定にも用いられている。しかしながら、収集したN値には、ばらつきが伴うため、地層を代表する適切な代表N値を設定するには統計処理が重要となる。

今回、地層ごとに収集したN値のばらつきの特徴を示すとともに、ばらつきの評価方法および統計処理の仕方について考察した。

### 2. N 値のばらつき

N値がばらつく要因は、測定者や測定器具による誤差、不均質性等の地盤条件、地層区分や深度区分の捉え方の違い等が考えられる。これらを考慮しても、地層や深度区分ごとに収集したN値には、ばらつきが生じる。

一般的に、ばらつきを評価する指標として、標準偏差 $\sigma$ と変動係数が挙げられる。標準偏差 $\sigma$ は、それぞれの値と平均値の差の2乗の合計をデータ数で割った値の平方根から求められるものであり、平均値からどれくらい離れてばらついているかを示すものである。変動係数は、標準偏差 $\sigma$ を平均値で割った値であり、無次元であり、他のデータとの比較検討に用いられる。変動係数の値が大きい方が、ばらついていると評価するものである。

実務において、地層や深度区分ごとに収集したN値から、標準偏差 $\sigma$ や変動係数を整理した。平均N値と標準偏差 $\sigma$ の関係を図-1に示す。平均N値が大きくなると、その標準偏差 $\sigma$ は大きくなる傾向にある。

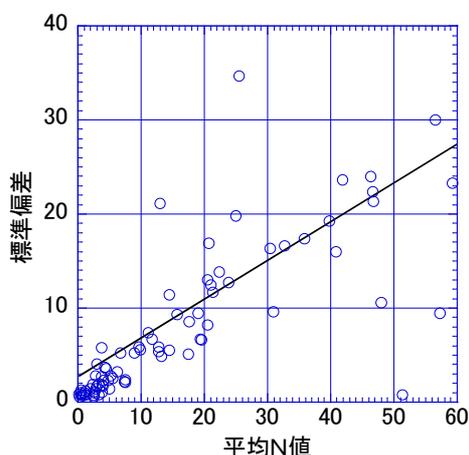


図-1 平均N値と標準偏差 $\sigma$ の関係

図-2には、地層や深度区分ごとに収集した平均値N値と変動係数の関係を示す。N値 $\neq 0$ を除き、変動係数は0.6以下が多い。

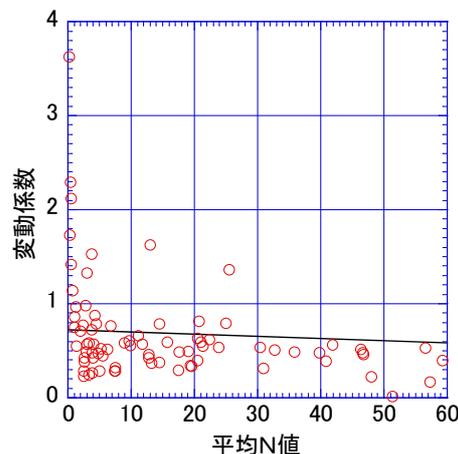


図-2 平均N値と変動係数の関係

地層や深度区分ごとに収集したN値には、“ばらつき”という不確実要素が含まれる。このばらつき程度をどのように評価するかが問題である。ある基準値を設けると評価しやすい。上記に示したように、変動係数は0.6以下が多いことから、基準値を0.6として、それよりも大きい場合は、“ばらつきが大きい”と評価する方法が考えられる。ただし、平均N値 $< 1$ のものは除くものとする。

### 3. 代表 N 値の設定

地盤定数の設定にN値を用いることがある。その際、それぞれのN値を関係式に直接代入して求める方法と、統計処理した代表N値を代入して求める方法がある。前者は有効上載圧を考慮した場合等に行われ、関係式から得られた地盤定数に対して統計処理が必要となる。後者では代入前にN値を統計処理し、代表N値を決定する必要がある。

先に述べたように、地層や深度区分ごとに収集したN値には、ばらつきが伴う。そのばらつき方は様々であり、一律、同じ方法で計算すると、場合によっては、過大評価や過小評価となる。ばらつきの程度を考慮するだけでなく、ばらつき方を見極めることが重要である。適切な代表値を設定するには、頻度分布図等において、ばらつき方を視覚的に認識する必要がある。

一般的にN値の設定方法としては、①平均値、②異常値を除外したデータの平均値、③平均値 $-$ 標準偏差 $\sigma/2$ 、④中央値等で行われている。以下に、実務で整理したN値の頻度分布図に、これらの方法で設定した値を示す。

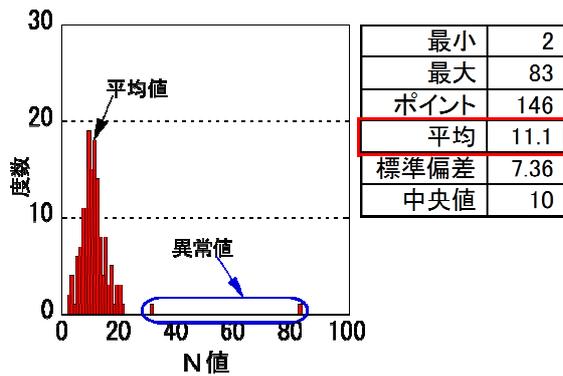


図-3 頻度分布図①(平均値)

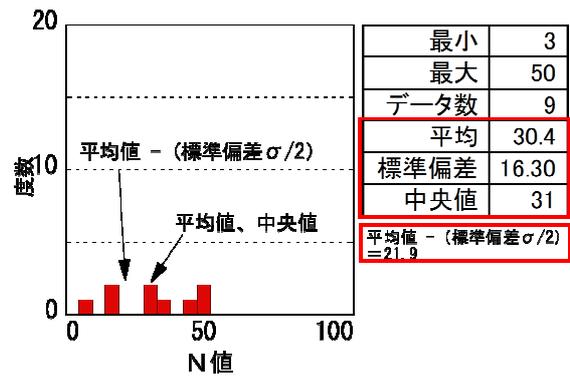


図-7 頻度分布図⑤(データのばらつきが大きい場合)

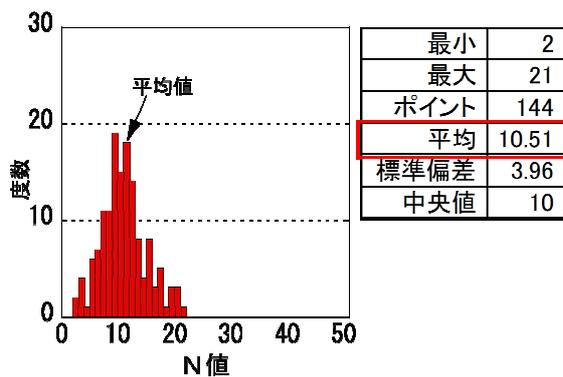


図-4 頻度分布図②(異常値を除外したデータの平均値)

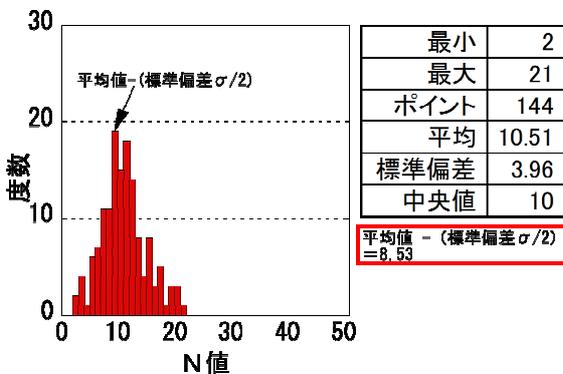


図-5 頻度分布図③(平均値-標準偏差  $\sigma/2$ )

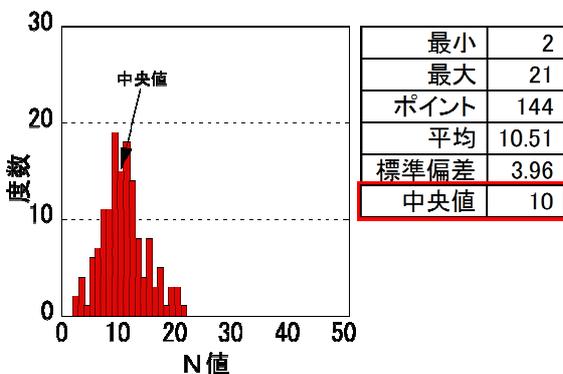


図-6 頻度分布図④(中央値)

正規分布のように明確なピークをもつデータでは、①～④においていずれもピーク付近に値が集中する(図-3～図-6)。しかしピークが不明瞭で、ばらつきの程度が大きいデータでは、①および④ではデータ中央に集中するが、③平均値-標準偏差  $\sigma/2$  では平均値に比べやや低く、安全側に寄った値となる(図-7)。

標準偏差等からデータのばらつきが大きいと判断した場合、「平均値-標準偏差  $\sigma/2$ 」を代表N値として採用することがしばしばある。しかし値の妥当性を確認せずに地盤定数の設定に採用すると、関係式の中にはすでに安全側を考慮した係数が含まれている場合もあるため、得られた値が過小評価となる可能性がある。過大設計にもつながるため、注意が必要である。

#### 4. まとめ

N値には、ばらつきが伴うものである。ばらつき程度を評価する指標としては、変動係数が有効と思われる。今回整理したデータ結果では、ばらつきの基準とする変動係数は0.6が適当であった。

代表N値を設定する際には、ばらつきの程度を評価するだけでなく、頻度分布図等からばらつき方を視覚的に認識し、統計処理を検討する必要がある。

また、統計処理はあくまで確率であり、計算結果のみとせず、現地データ等も含め総合的に考察する必要があると思われる。