

東京都東部における N 値空間分布推定手法の適用

茨城大学 学生会員 ○小川寛久 正会員 村上 哲
フェロー会員 安原一哉 正会員 小峯秀雄

1. はじめに

近年、気候変動による沿岸域での地下水位上昇とそれに伴う液状化危険領域の拡大が懸念される。液状化は、地震時に短時間で生じるため、事前の対策が重要である。広域的に液状化危険度評価を行うためには、地盤構造とその物性値の空間分布を把握する必要がある。猪狩ら¹⁾(2008)はN値の空間分布推定手法を提案し、北海道札幌市周辺地盤のN値を推定した。本研究では東京都東部に猪狩らが提案した手法を適用し、適用性を検討した結果を報告する。図1に研究の流れを示す。

2. 異常値の除去およびトレンド成分の算定

まず図2に示す東京都東部に位置する全ての地盤情報²⁾³⁾内のN値と深度のデータを29種類の土質毎に整理し、データセットを作成した。次に、品質管理の分野における異常値の検定および除去の方法であるショーブネの判断基準を用いて異常値を除去した。砂質土データセットでは全データ数80,472個のデータのうち、93個のデータが異常値として判断された。異常値の除去を行ったデータセットに対して、深度1mごとのN値の平均値(以下、区間平均N値)を算出し、鉛直方向のトレンドを表現する式(以下、トレンドモデル)を算出した。本研究では猪狩らと同様に、以下の線形モデル(1.1)、指数型モデル(1.2)、ガウス型モデル(1.3)、球型モデル(1.4)、対数型モデル(1.5)、多項式型モデル(1.6)の6式で近似した。図3に砂とシルトの区間平均N値とトレンドモデルを示す。

$$\text{Log}(N+1) = m1 + m2 \cdot z \quad (1.1)$$

$$\text{Log}(N+1) = m1 + m2 \left\{ 1 - \exp \left(- \left(\frac{z}{m3} \right) \right) \right\} \quad (1.2)$$

$$\text{Log}(N+1) = m1 + m2 \left\{ 1 - \exp \left(- \left(\frac{z}{m3} \right)^2 \right) \right\} \quad (1.3)$$

$$\text{Log}(N+1) = m1 + m2 \left\{ \left(\frac{3}{2} \right) \cdot \left(\frac{z}{m3} \right) - \left(\frac{1}{2} \right) \cdot \left(\frac{z}{m3} \right)^3 \right\} \quad (1.4)$$

$$\text{Log}(N+1) = m1 + m2 \cdot \text{Log}(z) \quad (1.5)$$

$$\text{Log}(N+1) = m1 + m2 \cdot z + m3 \cdot z^2 \quad (1.6)$$

図3示すように砂は対数型、シルトは多項式型で近似した。砂に関しては、深度2mで区間平均N値が0.5(推定N値は2)から徐々に増加し、深度30m付近では、区間平均N値が1.5(推定N値は31)となった。シルトに関しては、地表面から深度13m付近まで区間平均N値が0.5以下で、それ以降は徐々にN値が増加傾向にあることが分かった。他の27種類の土質に関しても同様に、上記のトレンドモデルを算出した。

以上より、東京都東部の地盤情報においても土質毎にN値の鉛直方向のトレンドを把握することが出来た。

キーワード 地盤情報データベース N値 空間補間

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1 茨城大学工学部都市システム工学科 Tel 0294-38-5174

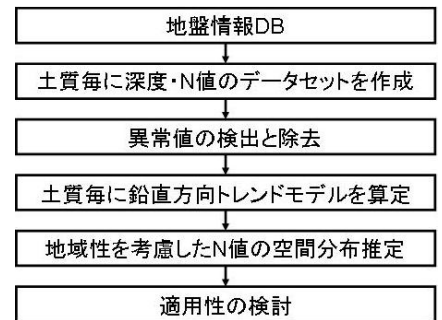


図1 研究の流れ



図2 対象地域と地盤情報位置

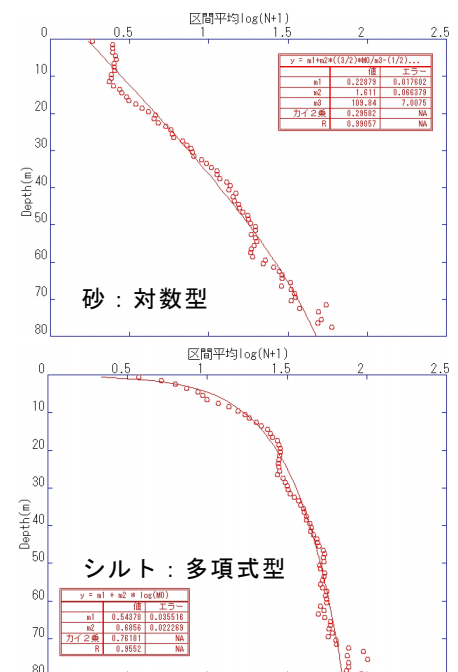


図3 区間平均N値とトレンドモデル

3. 地域性を考慮した N 値の推定

N 値は堆積環境の違いなどの地域性により、同じ土質や深度でも異なる傾向を示すことが考えられる。猪狩らは、N 値の実測値とトレンドモデルにより算出される推定 N 値（以下、トレンド成分）の差 Δ （以下、ランダム成分）を地域性と位置づけた。そして、ランダム成分を考慮した N 値の空間分布推定手法を提案した。まず、ランダム成分を各土質の標準偏差 σ で除して正規化した値 Δ/σ をパラメータとして、空間補間により対象地点の Δ/σ を推定した。そして、推定された Δ/σ に各土質の標準偏差を乗ずることにより各地点のランダム成分を求めた。そこで得られたランダム成分 Δ をトレンドモデルから算出した推定 N 値に加えることにより地域性を考慮した N 値の空間分布推定を行った。

本研究においても同様の手法を対象地域に適用した。図 2 に示す地点 A と地点 B における実測 N 値とトレンド成分、実測 N 値と地域性を考慮した N 値の空間分布推定結果の比較を図 4 に示す。

下町低地に位置する地点 A では、地表面付近においてトレンドモデルの方が実測値に近いが、深度 17m 以下は猪狩らが提案した地域性を考慮した N 値の空間分布推定手法によって得られた N 値の方がより実測値に近い。地表面付近に関しては地形変化や埋土や盛土などの影響で土質の変化が大きいため、周囲のデータから空間補間されたランダム成分の影響を受けて、誤差が生じたと考えられる。このように、地形の変化や人為的な土質の変化が大きい場合には、周囲の地盤との空間的な相関性を考慮して、ランダム成分を空間補間することで、より確からしい値が得られると考えられる。深度 17m 以下では、土質の変化の影響が小さく、周囲の土質との空間的な相関性が高いことから、ランダム成分を加えることで実測値に近くなったと考えられる。

山の手台地に位置する地点 B では地域性を考慮することによって、全深度において実測値に N 値が近づいていることが分かる。山の手台地では地表面付近に関東ロームの層が分布しており、地点 B 周囲の地盤情報に記載される土質との空間的な相関性が高かったことから推定 N 値が実測値に近い値となったと考えられる。

4. まとめ

トレンドモデルの算定に関して、東京都東部においても各土質の区間平均 N 値の分布のタイプに応じて、複数の近似式から最適な近似式を算出することができた。また、土質毎に区間平均 N 値の分布が異なることが分かった。そして、トレンド成分と地域性を考慮した N 値の空間分布推定結果を比較することで猪狩らが提案した手法の適用性を確認し、他地域においても適用可能であることを示した。ランダム成分を用いて地域性を考慮する際に、周囲に存在する土質との空間的な相関性を考慮することで更に推定精度は向上すると考えられる。今後、土質の空間的な相関性を考慮して N 値の空間分布を推定できる手法に展開していきたい。

《謝辞》本研究の一部は、環境省推進経費(代表：安原一哉)の研究助成を戴いて行ったものです。また、本研究を進めるにあたり、東京都土木技術センター 松村真人氏、中山俊雄氏にご協力をいただきました。付記して謝意を表します。

《参考・引用文献》

- 1)猪狩淳ら：地盤情報 DB を利用する広域地盤モデルの作成-その 2 N 値の空間分布推定-, 第 43 回地盤工学研究発表会, pp.67-68, 2008.
- 2)東京都土木技術センター：東京の地盤 (Web 版), <http://doboku.metro.tokyo.jp/start/03-jyohou/geo-web/00-index.html>, (2008/9/15 閲覧).
- 3)独立行政法人土木研究所：国土地盤情報検索サイト KuniJiban, <http://www.kunijiban.pwri.go.jp/service.html>, (2008/9/15 閲覧).

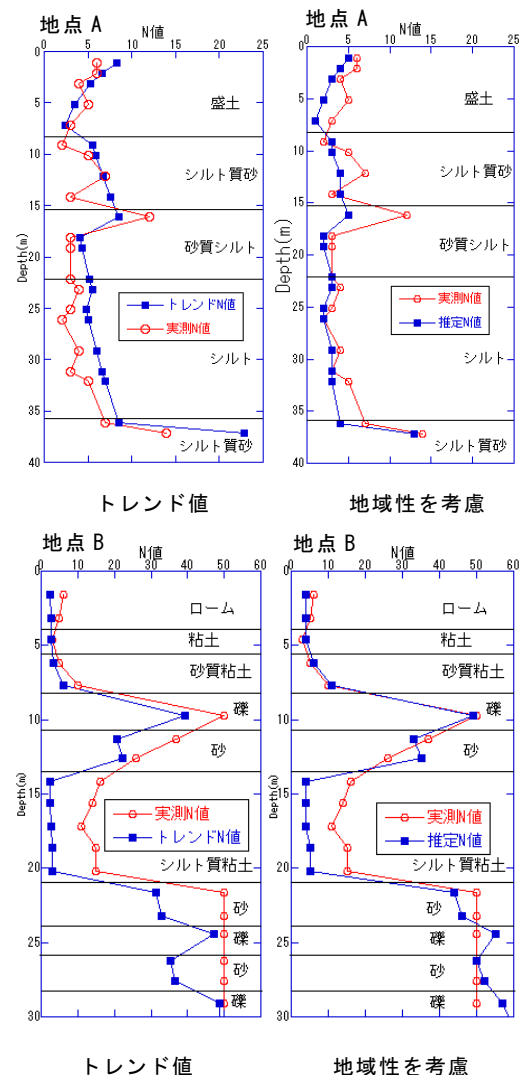


図 4 トレンジ値と地域性を考慮した推定 N 値の比較