

ショーブネ判断基準を用いた N 値データ異常値の検出

茨城大学 学生会員 ○猪狩 淳
 茨城大学 正会員 村上 哲
 茨城大学 フェロー会員 安原 一哉
 茨城大学 正会員 小峯 秀雄
 茨城大学 学生会員 長谷川慶彦

1. はじめに

近年、地球温暖化や気候変動などの地球規模の環境問題はますます深刻化している。地球温暖化による影響の一つとして地下水位の上昇が挙げられる¹⁾。地下水位の上昇は、地震時の液状化による危険領域の増加をもたらす要因となっている。この液状化危険度の判定に必要な情報として、細粒分含有率、平均粒径、地下水位、土の単位体積重量、N値など値が挙げられる。これまでに、長谷川ら(2007)²⁾の研究により、細粒分含有率、平均粒径、単位体積重量、鈴木らの研究(2007)³⁾により、地下水位が得られることが分かった。さらに N 値の空間分布が把握できれば、長谷川ら、鈴木らの研究と合わせて地球温暖化や気候変動を想定した地震時における液状化ハザードマップの作成が可能になり、地域の防災・減災計画に貢献できると考える。村上(2007)⁴⁾は北海道地盤情報データベース内の各地層区分毎に深度と N 値の関係から理論平均 N 値を求めた。図-1 は理論平均 N 値と実測値との比較である。図中○は理論平均 N 値、●は実測値を示すが、両者の間にばらつきが認められる。このばらつきの要因を整理し、実測値における異常値を取り除くことができれば実測値に基づいた推定精度は向上すると考える。そこで、本研究では実測 N 値のデータにおける異常値の除去方法について検討した。

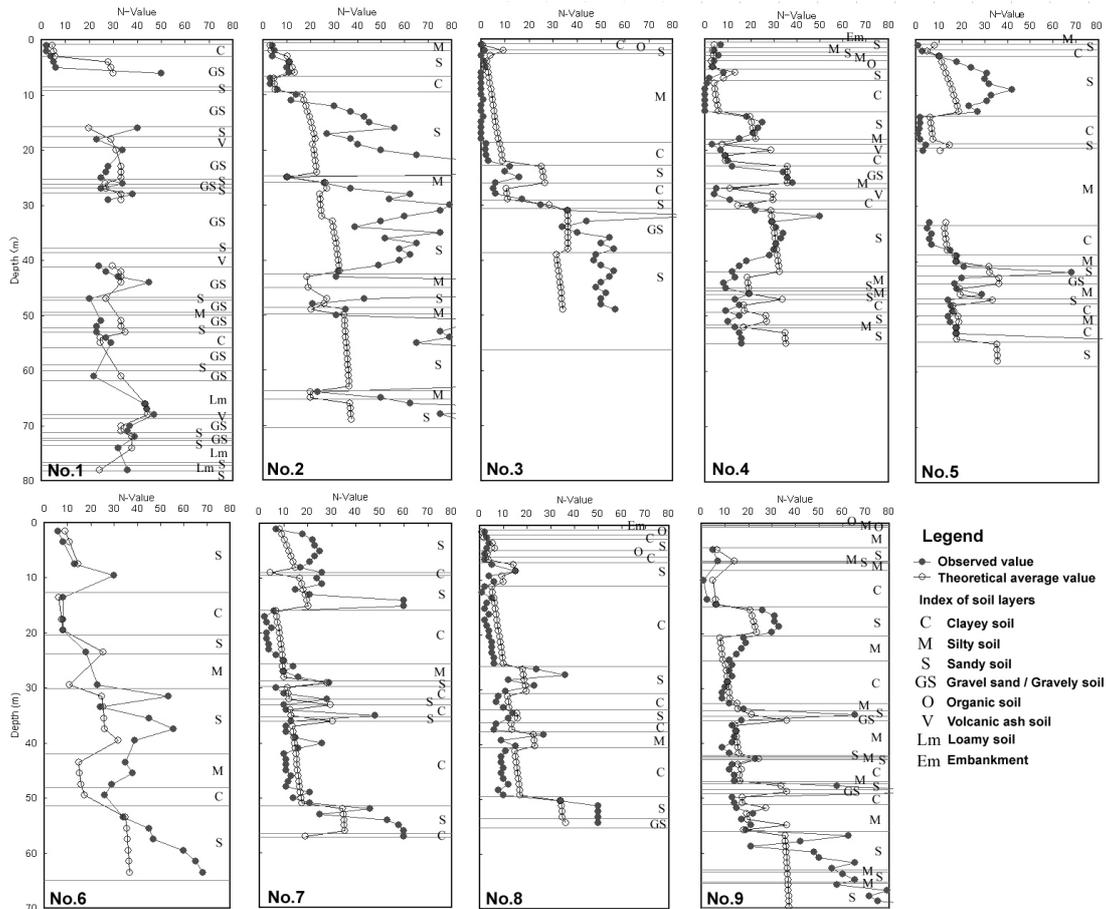


図-1 理論平均 N 値と実測値の比較

キーワード N 値 異常値 ショーブネ判断基準

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学 TEL0294-38-5162 E-mail:t54005n@hcs.ibaraki.ac.jp

2. 異常値の検定⁵⁾

同一地層内において局所的に大きなN値が測定される場合がある。このように局所的に大きなN値が測定される理由は、礫の存在など地盤の特性に関する要因、試験法および作業に関する要因などが考えられる。液状化ハザードマップのような広域な地盤災害を予測しようとする場合、このような局所的に大きなN値は考慮しない方が妥当であると考えられる。本研究では、このような排除すべき局所的に大きなN値を異常値と捉え、これを客観的に検出し除去する方法について検討した。

品質管理の分野におけるこの種の異常値の検定および除去の方法として、ショーブネの判断基準という方法がある。その適用性について、北海道地盤情報データベースを用いて、砂層におけるN値について検討を行った。

2.1 砂層におけるN値の分布

異常値の検定では、N値が正規分布のもとに行う処理方法であるため、分布を確認する必要がある。今回は実際に北海道地盤情報DBを用いてN値の分布を確かめる。地盤情報DB内の砂層のデータを取り出し、深度を表層付近、5m、10m、15m、20mの5点に設定し、地点付近におけるN値を1区切りでヒストグラムにまとめたものを図-2に示す。N値をそのまま用いたとき、グラフの山が左につまり正規性の確認が取れないと判断されたのでN値を $\log(N+1)$ として表示させた。確認のために正規確率紙を用いてグラフ化したものを図-3に示す。図-3より、近似直線にほぼ一致していることが読み取れ、このデータは対数正規分布であると判断する。

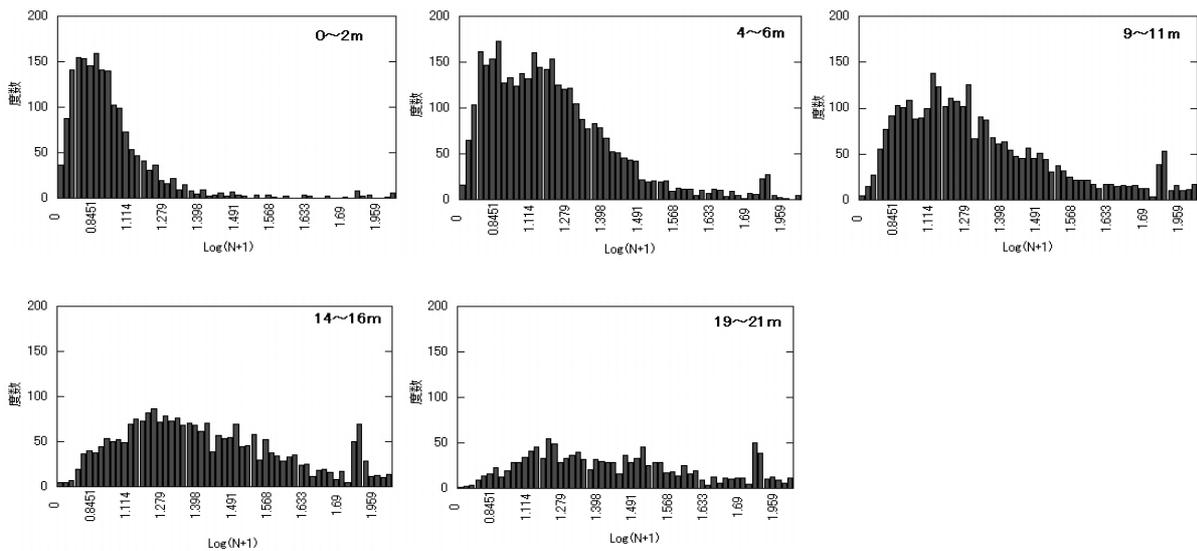


図-2 砂におけるN値の分布

図-3 正規確率紙による判定

2.2 異常値の除去

データ群の正規性が確認できたので、異常値の検定および除去の作業をショーブネの判断基準を用いて行う。この手法では、平均値と標準偏差を用いて、異常値が平均値からその量だけずれる確率を計算できる。その際、正規誤差積分の表⁵⁾を用いることとする。

手順はまず、N 値データを次のように順に並べる。

$$N_1 \leq N_2 \leq N_3 \leq \dots N_i \dots \leq N_{n-1} \leq N_n$$

異常値として疑わしい値が最大値 N_n であるとき、

$$t_n = \frac{|N_n - \bar{N}|}{\sigma_N} \quad \dots(4-1)$$

ここに、 \bar{N} : N 値データ群の平均値 σ_n : N 値データ群の標準偏差

t_n に対応する値を正規誤差積分の表より導き、1 からこの値を引くことで $t\sigma_n$ 以上ずれる確率を得ることができる。最後に全体の回数を掛ければ期待値が得られる。この期待値が 0.5 より小さければショーブネの判断基準により N_n を棄却できる。北海道地盤情報データベースをもとにショーブネ判断基準を適用し、棄却された値を表-1 に示す。結果から、浅い位置から深い位置まで、深度に依存することなく異常値が検出された。また、値も 125 から 1500 まで本来砂層の N 値としては考えることのできない値が棄却の対象となった。以上の結果から、地盤情報 DB を液状化ハザードマップに利用しようとする時、今回行った異常値の除去を施すことで、地盤情報 DB をより有用な情報として扱うことが可能になったと考えられる。

表-1 砂層におけるショーブネ判断基準の適用結果

深度	データ数	棄却データ数	棄却値	深度	データ数	棄却データ数	棄却値	深度	データ数	棄却データ数	棄却値
0~1m	614	4	100,107,1429,200,200	~32m	325	0	-	~63m	24	0	-
~2m	1195	3	125,136,3636,200	~33m	325	1	324	~64m	27	1	214.2857
~3m	1508	2	150,300	~34m	342	0	-	~65m	23	1	150
~4m	1713	1	750	~35m	349	0	-	~66m	19	0	-
~5m	1743	0	-	~36m	299	2	187.5,250	~67m	16	1	375
~6m	1710	0	-	~37m	273	1	150	~68m	19	2	187.5,214.2857
~7m	1681	0	-	~38m	288	0	-	~69m	14	1	150
~8m	1633	2	439,5652,900	~39m	270	0	-	~70m	14	0	-
~9m	1558	1	750	~40m	269	1	300	~71m	8	1	166.6667
~10m	1557	1	500	~41m	166	0	-	~72m	11	1	125
~11m	1390	2	300,300	~42m	135	0	-	~73m	9	1	166.6667
~12m	1477	1	1500	~43m	135	0	-	~74m	7	1	187.5
~13m	1388	1	500	~44m	130	0	-	~75m	8	1	187.5
~14m	1349	1	500	~45m	112	0	-	~76m	6	1	214.2857
~15m	1296	1	1500	~46m	92	0	-	~77m	4	0	-
~16m	1134	1	300	~47m	90	0	-	~78m	4	1	214.2857
~17m	1000	0	-	~48m	90	0	-	~79m	4	0	-
~18m	975	1	300	~49m	84	0	-	~80m	7	0	-
~19m	764	0	-	~50m	80	0	-	~81m	3	0	-
~20m	736	2	250,500	~51m	45	0	-	~82m	6	0	-
~21m	554	2	187.5,300	~52m	39	0	-	~83m	4	0	-
~22m	529	2	3,001,500	~53m	43	0	-	~84m	5	0	-
~23m	492	2	206,25,214,2857	~54m	48	0	-	~85m	5	0	-
~24m	548	1	214.2857	~55m	39	0	-	~86m	4	0	-
~25m	495	2	750,750	~56m	38	1	166.6667	~87m	4	0	-
~26m	491	1	214.2857	~57m	44	0	-	~88m	7	1	136.3636
~27m	402	0	-	~58m	40	4	115,3846,132,150,187.5	~89m	8	0	-
~28m	436	1	282	~59m	43	2	136.3636,150	~90m	8	0	-
~29m	370	0	-	~60m	38	2	166.6667,250	~91m	6	1	138.3333
~30m	456	1	218.5714	~61m	27	1	136.3636	~92m	1	1	150
~31m	328	0	-	~62m	24	1	166.6667				
計	31522	36		計	4322	16		計	285	16	

3. まとめ

本文では、北海道地盤情報 DB を利用する際に精度の向上を図るための処理として、異常値の疑いのある N 値の存在の認知とその検出方法について検討した。今回、異常値の検出方法としてショーブネ判断基準という確率論的な処理方法を用いた。表-1 に示すように、北海道地盤情報 DB 内の砂層において異常値として検出されたデータを見ると、125 から 1500 まで本来の N 値として考えられないデータだと考えられる。この結果から、地盤情報 DB を用いる際の異常値の検出について、ショーブネ判断基準も有用であると考えられる。

今回の報告では、N 値のばらつき除去のための前処理方法として、異常値の検定について考えた。得られた知見は次の通りである。

- 1) N 値の代わりに N+1 の対数を用いてヒストグラムを描くときれいな山を描き正規性が確認できる。
- 2) 上記の結果、N 値には負の値が存在しないため N 値を直接用いると比較的小さい値が多く検出され、ヒストグラムが変形すると考えられる。棄却方法は正規分布に対して適用可能なので前処理は対数を用いて処理を行う。
- 3) ショーブネ判断基準は異常値を確率論的に処理できるため慎重な処理ができると考える。

【参考・引用文献】

- 1) 国立環境研究所 地球環境研究センター:海面上昇データブック 2000, 国立環境研究所 地球環境研究センター, p.28, 2000.
- 2) 長谷川慶彦:地盤情報 DB を利用した地盤構造モデルの作成, 第 42 回地盤工学研究発表会 2007.
- 3) 鈴木希美:気候変動に伴う不圧地下水流動予測手法の構築とその適用, 平成 18 年度茨城大学大学院修士学位論文, 2007.
- 4) 村上哲:地盤情報 DB の利用した N 値の鉛直方向トレンド成分の算出, 第 42 回地盤工学研究発表会 2007.
- 5) JOHN R. TAYLOR: 計測における誤差解析入門 林茂雄・馬場涼 訳, 東京化学同人 2000.