

礫質土地盤における統計処理を用いた補正N値の検討

株式会社開発工営社 ○工藤 脩透, 河又 久雄

1. はじめに

構造物基礎調査等において地盤の締めり程度の評価は、標準貫入試験（N値）によることが多い¹⁾。しかし、礫質土を主体とする地盤においては、礫障害（礫当たり）により地盤の持つ本来の締めり程度より過大なN値を示すことがあり、その影響を考慮した適切な地盤評価が重要となる。

ここでは異なる二つの地区で実施した礫質土地盤における構造物基礎地盤調査で、標準貫入試験時に5cm 毎の貫入量を計測し、その値を統計処理することで異常値検出を行い、補正N値の設定を行った事例について、地質の特徴を踏まえて比較検討した結果について報告する。

2. 検討方法

打撃貫入曲線図で礫障害を検討する場合、グラフの縦

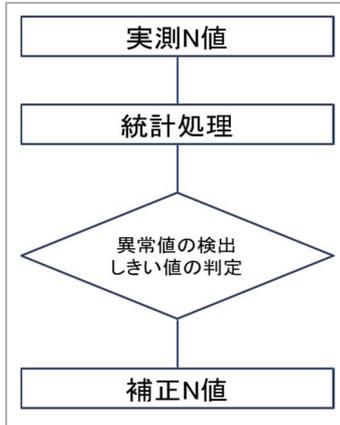


図-1 検討フロー図

横スケールによって、貫入曲線の勾配は変化し、礫障害とするしきい値は技術者により判断が異なる²⁾。

そこで標準貫入試験によって得られたN値を統計処理し、異常値（礫障害）の検出を行うことで適切なN値評価（補正N値）を検討した（図-1）。

(1)実測N値

標準貫入試験時において、より詳細な礫障害有無の把握を行うため、5cm 毎の打撃回数の計測を行い、統計処理に用いた。

(2)統計処理

打撃回数/cm(5cm貫入量から換算)	
平均	1.67
標準誤差	0.13
中央値 (メジアン)	1.4
最頻値 (モード)	1.0
標準偏差	0.93
分散	0.86
尖度	1.76
歪度	1.28
範囲	4.1
最小	0.4
最大	4.5
合計	82.00
データの個数	49
信頼区間(95.0%)	0.27
95.0%信頼度上限値	1.94
しきい値	1.90

統計処理の方法は、標準貫入試験にて得られた試験データから貫入量5cm 毎の打撃回数より1cm あたりの打撃回数を算出し、その頻度分布より統計的検討を行った³⁾。

表-1は統計処理結果を示し、礫障害と判断するしきい値は、95%信頼区間の上限値とし、上限値を超える値については異常値（礫障害）と判断した。

95%信頼区間の上限値については、過大評価とならないよう安全側を考慮し、小数第2位を切り捨てた値をしきい値とした。

(3)補正N値

各深度の5cm 毎の貫入量から、しきい値を超える値を礫障害として除外し、各試験区間の1cm あたりの打撃回数を平均し、30cm あたりの打撃回数に換算した値を補正N値とした（式-1）。

補正N値=礫障害を除いた1cm あたりの

$$\text{平均打撃回数(打撃回数/cm)} \times 30\text{cm} \cdots (\text{式-1})$$

各試験区間の打撃貫入曲線において、統計処理により礫障害と判定した参考例を図-2に示す。

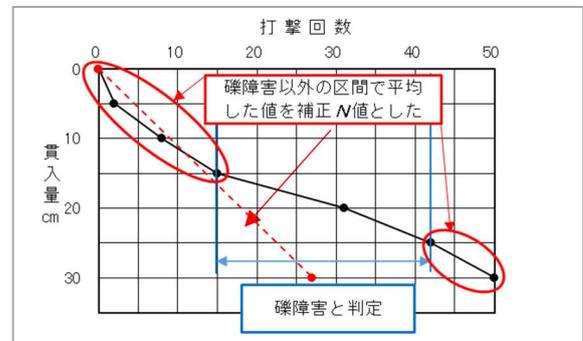


図-2 補正N値参考図

図-2の例では、15cm～25cm 区間の打撃回数/cm は礫障害と判定されるため、0～15cm 区間と25cm～30cm 区間の5cm 毎の打撃回数/cm で平均値を求め、補正N値を算出した。

3. 比較検証

(1)調査地概要

礫質土地盤における構造物基礎地盤調査で、補正N値の設定を行った北海道内の二つの事例を用いて比較検証を行った。

二つの箇所はともに河川氾濫堆積物の第四紀沖積層が分布する箇所であり、確認された礫質土はいずれも平均コア長150mm 程度で採取される玉石を含んでいる。A地区とB地区のコアを比較すると、玉石の含有量はB地区の方がA地区よりも多く、N値30以上を示す割合も多い。A, B箇所のコア写真を写真-1に示す。

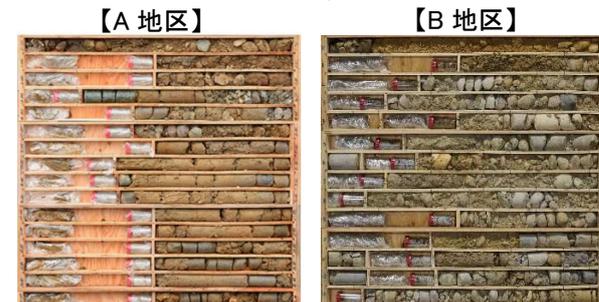
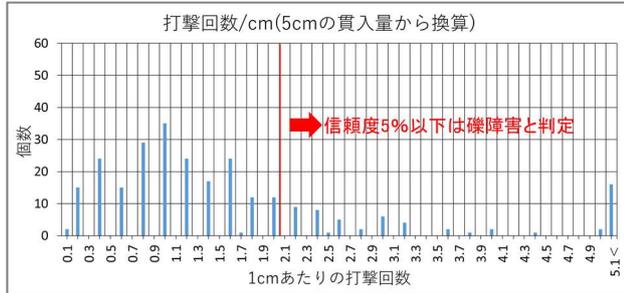


写真-1 ボーリングコア写真

(2) N 値/cmの頻度分布比較

二つの箇所の標準貫入試験にて得られた試験データから貫入量5cm 毎の打撃回数より1cmあたりの打撃回数を算出し、その頻度分布より統計処理を行った(図-3、表-2)。

【A地区】



【B地区】

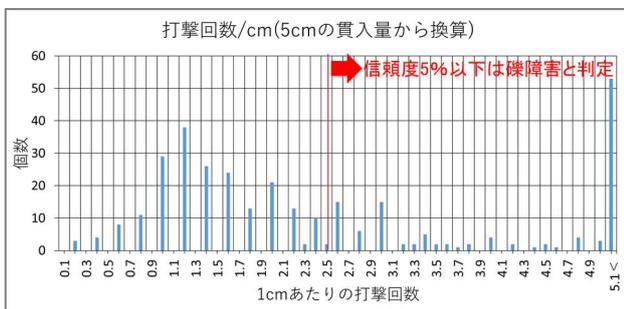


図-3 各地区の1cmあたりの打撃回数頻度分布

表-2 各地区の統計処理結果

【A地区】		【B地区】	
打撃回数/cm(5cm貫入量から換算)		打撃回数/cm(5cm貫入量から換算)	
平均	1.74	平均	2.32
標準誤差	0.18	標準誤差	0.12
中央値(メジアン)	1.2	中央値(メジアン)	1.8
最頻値(モード)	1.0	最頻値(モード)	1.2
標準偏差	2.88	標準偏差	2.04
分散	8.32	分散	4.17
尖度	132.39	尖度	18.91
歪度	10.21	歪度	3.69
範囲	40.9	範囲	16.5
最小	0.1	最小	0.2
最大	41.0	最大	16.7
合計	458.82	合計	678.75
データの個数	264	データの個数	293
信頼区間(95.0%)	0.35	信頼区間(95.0%)	0.23
95.0%信頼度上限値	2.09	95.0%信頼度上限値	2.55
しきい値	2.00	しきい値	2.50

全試験値の平均値はA地区がやや小さいものの、標準偏差は大きく、実測 N 値の最大値もB地区に比べて大きいため、バラツキ程度はB地区よりA地区が大きい。

95%信頼区間の上限値をしきい値とした場合、A地区のしきい値が2.00に対し、B地区のしきい値は2.50となり、30cm貫入量に換算するとしきい値はA地区で N 値=50/25に対し、B地区は N 値=50/20となる。

実測 N 値と補正後の N 値の平均値と頻度分布を表-3、図-4に示す。

表-3 各地区の実測 N 値と補正 N 値比較表

【A地区平均 N 値】		【B地区平均 N 値】	
実測	補正	実測	補正
53(50/27)	32	86(50/17)	48

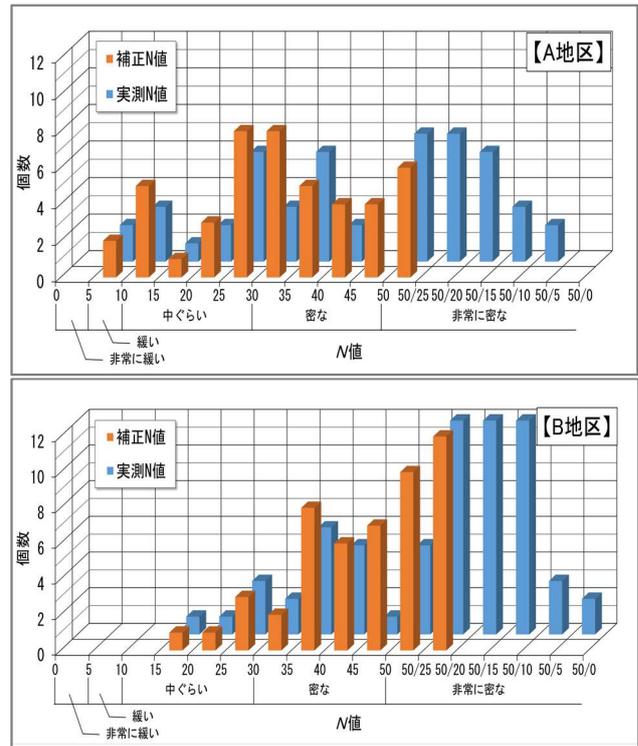


図-4 各地区の実測 N 値と補正 N 値頻度分布比較

A地区は実測 N 値50/27に対して補正 N 値は32となった。またB地区は実測 N 値50/17に対して補正 N 値は48という結果になり、礫障害を除いた補正 N 値は N 値50を下回る結果になった。

二箇所とも実測 N 値は礫障害(礫当たり)により過大な N 値を示すものと考えられるため、統計処理を使用した補正 N 値の平均 N 値を地盤定数に使用する代表 N 値として採用した。

4. 考察

(1) 適用性

統計処理方法は客観的に礫障害を評価することができ、かつ定量的に補正処理が行うことも可能で合理的と考えられる。

(2) 課題

標準偏差の値が大きいほど、誤差が大きくなり、信頼区間の幅が広がってしまう。また標準偏差は、得られた値のバラツキを示すため、バラツキが大きい場合、標本数が少ないと統計的評価は難しい。

ただ、バラツキが小さい場合は、少ない標本数でも評価可能なケースも考えられるため、統計処理を用いるにあたっては、地質的な成因も考慮した上で、バラツキの大きさと標本数に留意する必要がある。

《引用・参考文献》

- 1) 地盤工学会編：地盤調査の方法と解説，p. 279-316, 2013. 3.
- 2) 地盤工学会編： N 値と $c \cdot \phi$ の活用法, 1998. 2.
- 3) 小島 寛之：完全独習 統計学入門, 2006. 9