

N 値より推定した一軸圧縮強さ  $q_u$  と土質試験値の比較検討

(株)荒谷建設コンサルタント 高本 裕靖

## 1. はじめに

粘性土地盤の強度を表す一軸圧縮強さ  $q_u$  は、主に乱さない粘性土や、締め固めた土、人工的な改良を加えた土を対象とし、一軸圧縮試験を行うことにより求められる。一軸圧縮強さ  $q_u$  から粘性土地盤の非排水せん断強度  $c_u$  の推定ができ、支持力や土圧の計算、斜面の安定計算、改良土の効果判定や安定性の評価に広く利用される。

しかし業務によっては経費及び工程の都合上、試料の採取ができず、直接的に一軸圧縮強さ  $q_u$  を求めることが出来ないこともしばしばである。そのような場合、設計定数を設定する際に、やむを得ず標準貫入試験結果(N 値)を使用して推定式より一軸圧縮強さ  $q_u$  の推定値を求めることは少なくない。また、そこから粘着力  $c$  を求めることもあり、その妥当性を把握しておくことは極めて重要である。

当検討では、中国5県で実施した土質試験結果と標準貫入試験結果を用い、一軸圧縮強さ  $q_u$  の実測値とN 値からの推定値を比較検討することで、推定式の有効性、地域性及び妥当性について考察する。

## 2. 集計データについて

今回採用したデータは、これまで弊社で実施した中国5県での地質調査のうち、平成25年度～平成30年度に同一地層において標準貫入試験と一軸圧縮試験を行ったものを抽出し、比較検討に用いた。検討に用いるに当たり、乱れた試料や礫あたりなどの特異値は除外した。

一軸圧縮試験を行う土質試験室は、広島本社に所在し、全ての土質試料を同箇所で行統括実施しているため、機器の仕様や人為的な影響による試験結果のバラツキは少ないと考えられる。

また、標準貫入試験データは、その地層において実測したN 値を使用した。同地層で複数のデータが得られている場合は平均し、平均N 値=0 (自沈) は除外して検討に用いるものとした。

## 3. 推定式について

N 値から一軸圧縮強さ  $q_u$  を推定する推定式には以下のものが知られている。

表-1 N 値から一軸圧縮強さ  $q_u$  を推定する推定式<sup>1)</sup>

Terzaghi & Peck	$q_u = 12.3N \sim 13.1N \approx 12.5N \text{ (kN/m}^2\text{)} \dots \text{式①}$
大崎	$q_u = 40 + 5N \text{ (kN/m}^2\text{)} \dots \text{式②}$
竹中、西垣、奥村	$q_u = 25 \sim 50N \text{ (kN/m}^2\text{)} \dots \text{式③}$

Terzaghi & Peckにより示された式①は、N 値と一軸圧縮強さ  $q_u$  の対応についてはバラツキが多く、密接な関係に乏しいと指摘されており、設計などへの適用は避けることが望ましいと言われている。<sup>1)</sup>

式②は、東京の粘性土地盤について一軸圧縮強さ  $q_u$  とN 値の線形関係式を導いたもので、 $N < 1$  の場合には適用できず  $q_u = 0$  とするとされている。

式③は、 $N > 4$  において、25～50N と幅のある推定式となっており、使用者により扱いが異なる可能性のある推定式となっている。

当検討にはこれらの推定式を用いて、土質試験の実測値との比較検討を行った。

## 4. 関係式の検証

## (1) 推定式と実測値の関係

図-1に切片=0である推定式(式①、式③)と実測値との関係を、図-2には切片≠0である推定式(式②)と実測値との関係を示す。

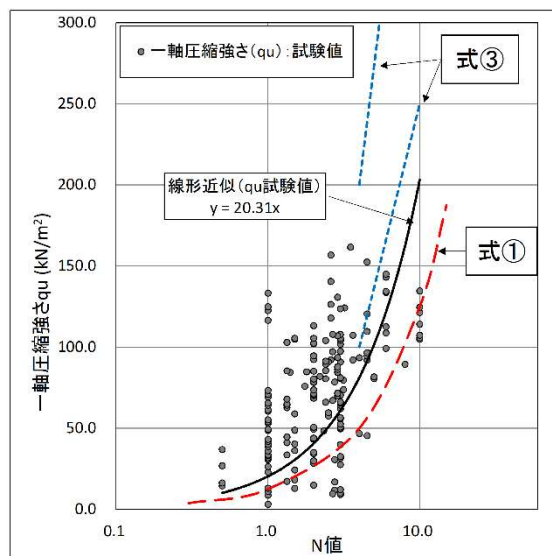
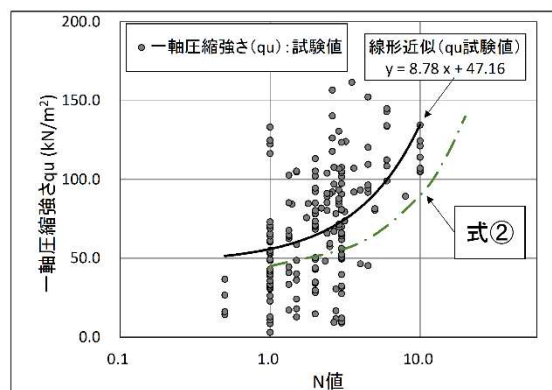
図-1 N 値と一軸圧縮強さ  $q_u$  の関係(切片=0)図-2 N 値と一軸圧縮強さ  $q_u$  の関係(切片≠0)

図-1、2の実測値分布より、同等N値において一軸圧縮強さ  $q_u$  の実測値にはバラツキが見られ、大きいもので約  $130\text{kN/m}^2$  の強度差が確認でき、N値と一軸圧縮強さ  $q_u$  は、密接な関係に乏しい結果となった。

しかし、図-1の試験値の近似曲線を見ると、Terzaghi & Peck の式(式①)と似た傾向が確認でき、今回求められた関係式は、Terzaghi & Peck の式(式①)より過大な一軸圧縮強さ  $q_u$  を与えることが分かった。

また、竹中らの式(式③)を見ると、N値>4の実測値データ数が乏しく一概には言えないが、実測値が  $q_u=25\text{N}$  以下のものが大半であり、式③を使用する際には、一軸圧縮強さ  $q_u$  を過大評価する可能性があり、再検討の必要性が考えられる。

図-2より、東京の粘性土地盤より導かれた大崎の式(式②)との関係を見ると、中国5県で得た今回の採用データは、Terzaghi & Peck の式(式①)と同様、実測値より低い一軸圧縮強さ  $q_u$  が求められることが多いが、似た傾向が確認できた。

## (2) 地域性の検討

N値と一軸圧縮強さ  $q_u$  それぞれの実測値との関係において、地域性を検討した。

分別は、「瀬戸内海側」と「日本海側」とし、岡山、広島を「瀬戸内海側」、鳥取、島根、山口を「日本海側」とした。山口県は両海に面しているが、今回採用データの調査地がすべて日本海沿いであったため、「日本海側」に分類した。

地域性を考慮した上で、図-3に切片=0での、図-4には切片 $\neq 0$ でのN値と一軸圧縮強さ  $q_u$  の関係を示す。

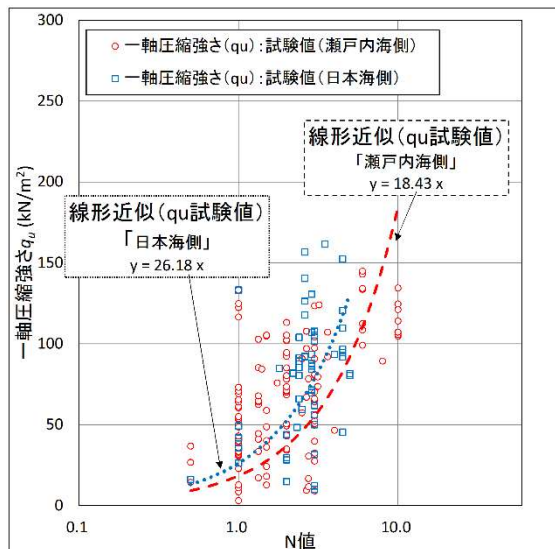


図-3 N値と一軸圧縮強さ  $q_u$  の関係(切片=0):地域別

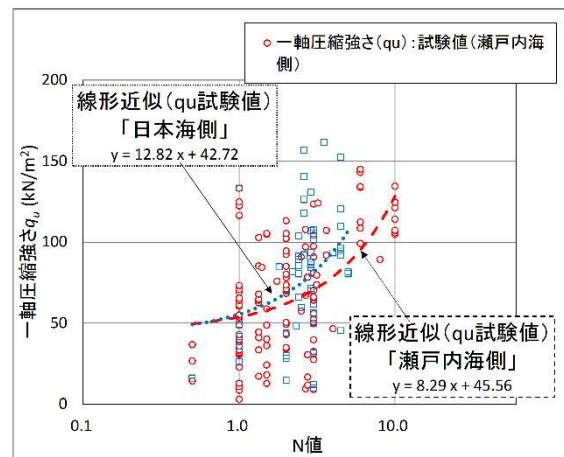


図-4 N値と一軸圧縮強さ  $q_u$  の関係(切片 $\neq 0$ ):地域別

図-3、4より、一軸圧縮強さ  $q_u$  の実測値における「瀬戸内海側」と「日本海側」の地域性に大きな差異は見られなかったが、関係式の上では、「日本海側」のほうが大きい一軸圧縮強さ  $q_u$  となる結果だった。加えて、両地域ともに推定式と、ある程度同傾向が確認できた。

## 5. まとめ

今回、弊社で行った中国5県の標準貫入試験と一軸圧縮試験の結果を用い、N値と一軸圧縮強さ  $q_u$ 、及び、その関係式に着目し検討した。N値と一軸圧縮強さ  $q_u$  の対応についてはバラツキが多く、密接な関係に乏しい結果となった。このことから、各調査地・各粘性土層には固有の一軸圧縮強さ  $q_u$  があり、一軸圧縮強さ  $q_u$  を求めるにはN値との推定式を用いるのではなく、実際に不攪乱試料を採取し、土質試験を行うことが望ましいことが分かった。やむを得ず推定式を用いて一軸圧縮強さ  $q_u$  を求める際には、地域性を含め、その調査地の土質や特徴をしっかりと認識し、どの推定式を使用するのがより適しているのかや、どの程度の誤差が考えられるのかを十分理解したうえで行うことが重要であると考えられる。

今後も、試験データを蓄積・整理しサンプル数を増やしたうえで検討を重ね、精度を高めていきたい。そして、実務に応用し、適切な設計定数の設定に繋げることが出来るよう努めていきたい。

## 《引用・参考文献》

- 1) 公益社団法人 地盤工学会：地盤調査の方法と解説 - 二分冊の1-、pp. 308～309、2013
- 2) 公益社団法人 地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説、2009