

## 粘性土の一軸圧縮強さと $N$ 値の関係

(協) 関西地盤環境研究センター ○松川 尚史  
南 逸人  
三好 功季  
中山 義久

### 1. はじめに

粘性土地盤の標準貫入試験より得られる  $N$  値と一軸圧縮強さ  $q_u$  の関係として、Terzaghi・Peck、大崎をはじめとした推定式<sup>1)</sup>が用いられることが多い。設計においてもそのような推定式が利用され、 $N$  値より一軸圧縮強さ  $q_u$  を推定している場合がある。しかしながら、これらの推定式が導かれてから年月が経過し、サンプリング技術をはじめとして、原位置試験および室内地盤材料試験の技術・精度等も向上し、各試験結果の値も少なからず変化していることが考えられる。そして  $N$  値と一軸圧縮強さ  $q_u$  の関係についても従来の関係から変化していることが考えられる。そうしたことから本報告においては近年に当組合で実施した一軸圧縮試験結果（一軸圧縮強さ  $q_u$ ）と  $N$  値の関係について物性等に分類・整理し、従来の推定式と比較検討した結果について報告する。

### 2. $N$ 値と一軸圧縮強さ $q_u$ の推定式

一般に  $N$  値から一軸圧縮強さ  $q_u$  を推定する関係式として知られているものには以下の様なものがある。

$$q_u = 12.3N \sim 13.1N \approx 12.5N \text{ (kN/m}^2\text{)} \dots \text{ (式-1)}^1$$

$$q_u = 40 + 5N \text{ (kN/m}^2\text{)} \dots \text{ (式-2)}^1$$

$$q_u = 25 \sim 50N \text{ (kN/m}^2\text{)} \dots \text{ (式-3)}^1$$

上記の式-1は Terzaghi・Peck により示された式であるが、 $N$  値と  $q_u$  の関係にはバラツキが多いことも指摘しており、設計などには適用しないことが良いとされている。式-2は東京の地盤について大崎が示している式である。式-3は[  $N$  値  $> 4$  ] の場合の関係式で主に洪積粘土を対象にされており、竹中らにより示されている。また、強度には幅を持たせた推定式となっている。

### 3. データ整理方法

データの整理方法は、近年に当組合で実施した一軸圧縮試験試料に対して同一ポイントの  $N$  値が確認可能な一軸試験結果を用いて  $N$  値と一軸圧縮強さ  $q_u$  の関係についての整理・比較を行った。一軸圧縮強さ  $q_u$  と比較する  $N$  値は標準貫入試験孔と別孔でサンプリングが行われているものについてはサンプリング試料と同深度の  $N$  値、同一孔でサンプリングが行われているものについてはサンプリング試料の直上深度・直下深度（同じ地層内）の  $N$  値をそれぞれ用いた。また、これらの結果に対して、細

粒分含有率  $F_c$  および塑性指数  $I_p$  をパラメータにした比較検討についても行った。

### 4. 比較結果

図-1に  $N$  値と一軸圧縮強さ  $q_u$  の関係を示す。この図から全体的な傾向として、 $N$  値が大きくなるにつれて一軸圧縮強さ  $q_u$  も増大していく傾向がみられる。しかし、同じ  $N$  値でも  $q_u$  の大きさには非常に大きいバラツキがあることも確認できる。シンウォールサンプリングでは大きいもので  $200\text{kN/m}^2$  程度の強度差がみられ、デニソンサンプリングでは  $300\text{kN/m}^2$  程度の強度差がみられる。また、図中には従来の推定式より算出される線も記入しているが、今回の収集データと比較すると Terzaghi・Peck（式-1）および大崎（式-2）では  $N$  値より推定される一軸圧縮強さ  $q_u$  は収集データの下限值程度で非常に過小な値になっていることが確認できる。また、デニソンサン

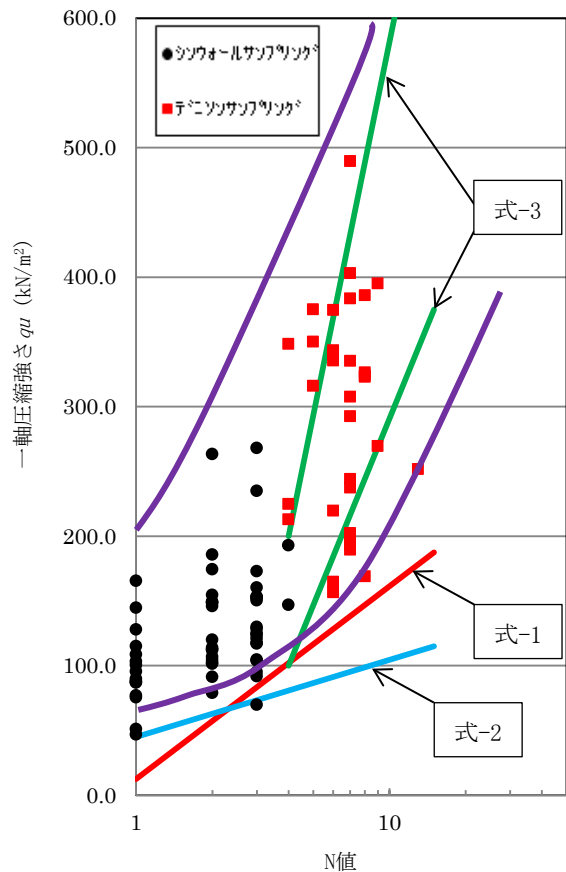


図-1  $N$  値と一軸圧縮強さ  $q_u$  の関係

リングでは非常に大きな強度差はあるが竹中ら（式-3）によって示されている強度範囲にほぼ近似していることが確認できる。

これらの結果から $N$ 値より一軸圧縮強さ $q_u$ を評価するのは非常に困難であると考えられる。これらの推定式を用い $N$ 値から $q_u$ を推定し設計等々に用いられると場合によっては過剰評価あるいは過小評価した結果で設計されることになる可能性が考えられる。

次に細粒分含有率 $F_c$ と塑性指数 $I_p$ の物性値をパラメータにし、 $N$ 値と一軸圧縮強さ $q_u$ の関係について検討する。図-2に細粒分含有率 $F_c$ と $q_u/N$ 値の関係、図-3に塑性指数 $I_p$ と $q_u/N$ 値の関係を示す。細粒分含有率 $F_c$ の違いによつての $q_u$ と $N$ 値の割合に大きな傾向は見られていない。今回の収集データでは $F_c$ が90%以上の試料が大半であるが、 $F_c$ による $q_u/N$ 値の傾向よりもバラツキの方が大きいことが確認できる。塑性指数 $I_p$ の場合も細粒分含有率 $F_c$ 同様に塑性指数 $I_p$ の違いによる $q_u$ と $N$ 値の割合には大きな傾向は見られず、バラツキが大きいことが確認できる。 $q_u/N$ 値が大きいもので160程度、小さいもので20程度と非常に大きい差があることが確認できる。特に $q_u/N$ 値のバラツキはシンウォールサンプリングで顕著である。これらのことは同じ $N$ 値でも一軸圧縮強さ $q_u$ に大きなバラツキが生じているためであり、シンウォールサンプリングの場合は $N$ 値が小さく $q_u/N$ 値に

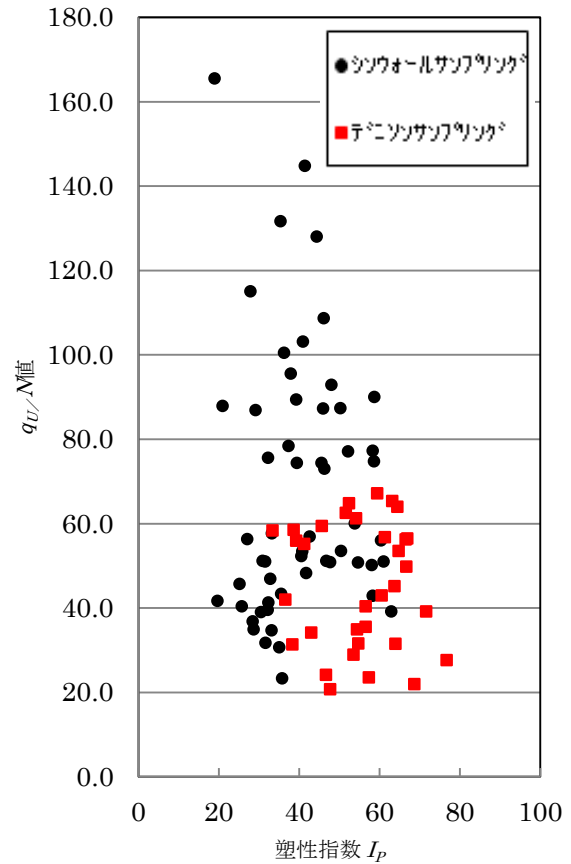


図-3 塑性指数 $I_p$ と $q_u/N$ 値の関係

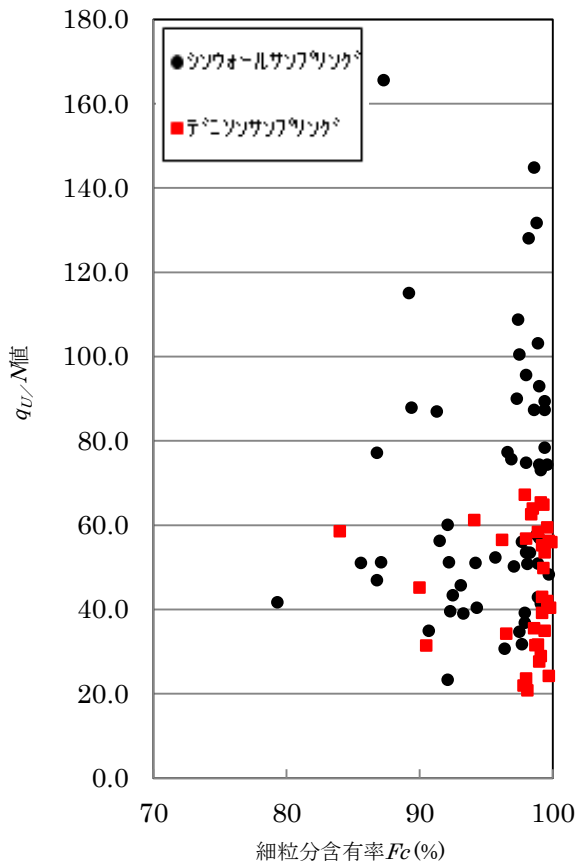


図-2 細粒分含有率 $F_c$ と $q_u/N$ 値の関係

$q_u$ のバラツキが影響しやすいためである。

上述のことから、一軸圧縮強さ $q_u$ を求めるには $N$ 値から推定する手法よりも、実際に乱れの少ない試料をサンプリングし一軸圧縮試験を実施して $q_u$ を求めることが最適であり、確実に地盤の強さを把握できる手法であると考えられる。

### 5. まとめ

今回一軸試験結果と $N$ 値の関係のデータ収集を行い、整理した結果以下のようなことが確認できた。

- ① $N$ 値と一軸圧縮強さ $q_u$ の関係には $N$ 値が大きくなるにつれ $q_u$ も増大する傾向がみられるが、強度のバラツキが大きく $N$ 値から推定式を用い $q_u$ の値を推定するのは非常に困難であること。
- ②物理特性（細粒分含有率 $F_c$ ・塑性指数 $I_p$ ）の違いによる $q_u$ と $N$ 値の割合に大きな傾向はみられず、物理特性の違いより強度のバラツキが大きいこと。

今後もこのような試験データを収集・整理し、サンプル数を追加していき $N$ 値と一軸圧縮強さ $q_u$ の関係性について明確にしていく必要があると考えている。

### 《引用・参考文献》

- 1) 地盤工学会編：地盤調査の方法と解説，二分冊の1, pp.308～309, 2013.3.