

粘性土のN値と強度の関係についての再考

(株)アサノ大成基礎エンジニアリング

○大森 将樹 清田 泰行 佐俣 洋一

1. はじめに

構造物の設計や地盤の安定解析において粘性土の強度は重要なパラメータである。本来は土質試験を実施して強度定数を評価すべきであるが、現実には試験個数が少ないため、 N 値からの推定に頼っている場合も多い。

N 値による粘性土の強度の推定は、Terzaghi・Peck や大崎の関係式などが知られている。とくに、Terzaghi・Peck による $qu=12.5N$ 【 $c=6.25N$ 】(kN/m^2) は、現在でも用いられている。しかしながら、自動落下装置の普及、サンプリング技術・土質試験技術の向上など、これらの関係が提案された時期と現在とでは、調査の質が大きく変わっていることも事実である。

ここでは複数地域の土質試験データをもとに、粘性土の N 値と強度の関係を整理し、その結果から解析・設計への適用や適切な定数の設定について考察してみた。

2. Terzaghi・Peck 関係式について

Terzaghi・Peck¹⁾ による関係式（実際には式は提示しておらず、表による関係が示されている）からの推定値は、経験的に低い傾向を示す。この関係のもとになったデータは、①標準貫入試験によるサンプルを使用しており乱れのために qu は低い値であること、②一軸圧縮強度 qu は、ばらつきが大きく信頼性が低いことが書かれている。現在の調査技術から見ると、実務に使用することができないデータである。

この式が普及した理由は、単純であること、いくつかの基準・指針などに採用されたこと、安全側の値となることなどが考えられる。

3. 検討対象地域と検討方法

検討対象は、①埼玉県東松山市、②茨城県つくばみらい市、③埼玉県幸手市、④千葉県野田市東部、⑤神奈川県厚木市、⑥長野県長野市南部の6地域を選定した。

検討方法は、標準貫入試験による N 値と、一軸圧縮試験、および三軸圧縮試験で得られた強度の関係を地層・地域毎に整理・比較を行った。なお、三軸圧縮試験のうち圧密非排水試験(CU)を行ったものについては、サンプリング深度の有効土被り圧をもとにせん断強度 τ を求め比較した。

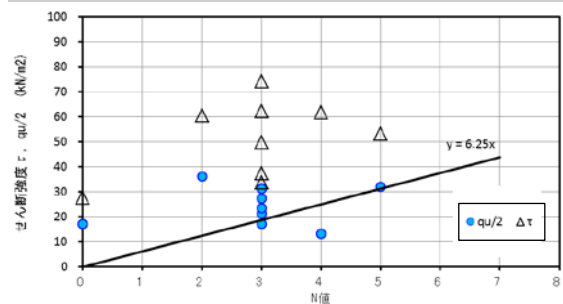
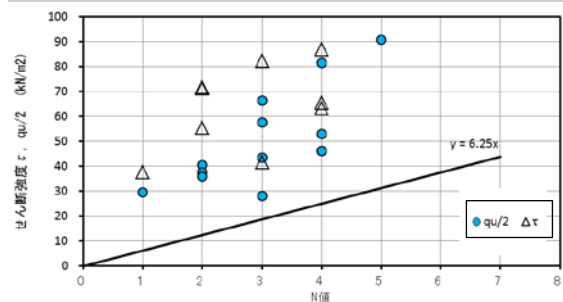
4. 検討結果

(1) 試験結果の妥当性の確認

土質試験による強度を扱う場合には、乱れの影響により低い値となっている場合があるため、試験値の妥当性についての確認が必要である。力学試験による強度定数は、その前提となる排水条件によって異なる。したがって、粒度特性・飽和度・コンシステンシー特性などの物

理特性を個々の供試体ごとにチェックし、試料の乱れがないことや試験条件を満足していることを確認する必要がある。

図-1、2は、同じ地域の沖積粘性土の三軸圧縮試験(CU)によるせん断強度 τ 、一軸圧縮試験による $qu/2$ の結果を比較したものである。図-1は沖積層上部の低塑性粘性土、図-2は下部の高塑性粘性土の試験結果である。

図-1 沖積粘性土の N 値と強度（低塑性粘性土）図-2 沖積粘性土の N 値と強度（高塑性粘性土）

一軸圧縮による $qu/2$ は、粘土分が少なく、シルト主体の低塑性粘性土の場合、応力解放に伴うサクシヨンの低下(乱れ)により低い値となる場合がある。図-1のような低塑性粘性土では、一軸圧縮試験による $qu/2$ が低くなったと考えられる。図-2のような、粘土分が多く高塑性の粘性土では、 $qu/2$ は三軸圧縮試験によるせん断強度 τ と近い値を示す。このように、低塑性の粘性土では強度を低く見積もる可能性があるため、試験時に飽和度が低下した土、塑性指数が20未満の土、砂分が40%以上の土については、一軸圧縮強度は用いないこととした。

(2) 地域毎の特徴

地域毎の N 値と粘着力の関係について整理した結果を図-3に示す。

沖積粘性土は、いずれの地域も Terzaghi・Peck の関係式 ($c=6.25N$) より大きな強度を有している。沖積粘性土は地域ごとに異なった傾向がみられ、関係式とほぼ近似している場合、関係式より大幅に大きい場合などがみられる。

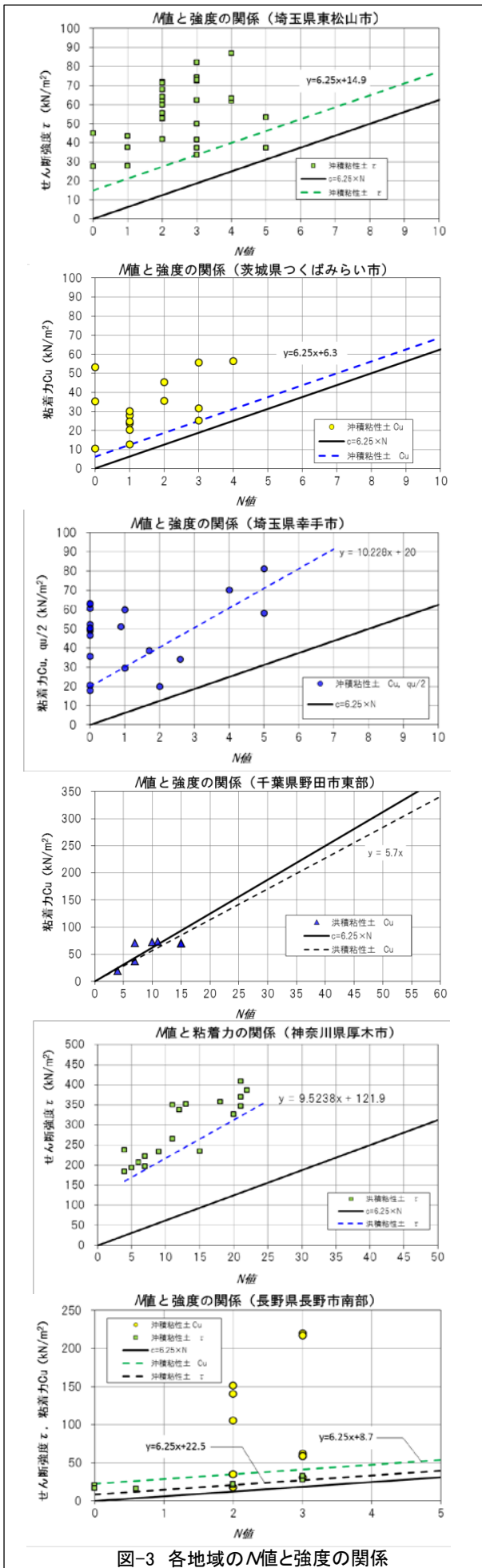


図-3 各地域のM値と強度の関係

5. N値による粘性土の強度の評価

検討する地層に土質試験結果が1個しかない場合は、得られた試験値をそのまま使用することになる。実際の地層では、土質、深度や荷重条件の変化によってばらつきがあるため、図-4に示すように試験箇所のデータがその地層全体を代表していない場合も考えられる。

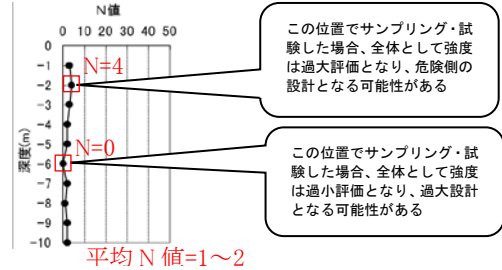


図-4 土質試験位置と地層全体の強度の評価

「4. 検討結果」より、対象とした地域では関係式よりも高い強度が得られ、ばらつきはあるものの、N値と強度に相関性があることが確認された。また、その強度は試料の物理特性に左右されることも確認できた。

多くのデータが得られるN値を用い、強度との関係性から同一地層内の変化を評価することは合理的な定数設定を行う上で役立つ手法と考える。特に、図-5に示すように、サンプリング数が少なく、かつN値が低い箇所を対象にサンプリングを実施している場合に、N値の高い箇所も含めた断面全体の強度推定に有効と考える。

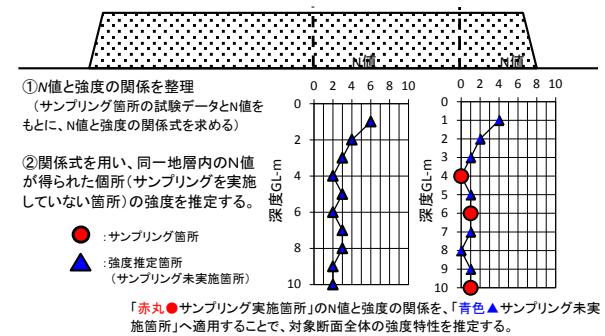


図-5 M値による強度評価の概念図

なお、N値と強度の関係を考える上では、土の物理特性や堆積環境を踏まえた地層区分や地層の広がりやを考慮した地域区分をもとに評価することが重要と考える。

6. 終わりに

はじめに述べたように、過去に提案されたN値と強度の関係が提案された時期と現在とでは、調査の質が大きく変わっている。したがって、過去に出された関係式に頼るのではなく、個々の地域・現場で関係を再検討することは無意味ではないと考える。

《引用・参考文献》

1) テルツアアギ・ペック : 土質力学 応用編, p. 303