

応力解放による粘着力の過小評価と簡易三軸試験による再評価事例

中央開発株式会社 ○青木 大和, 栗原 朋之, 本杉 ななね

1. はじめに

本調査は堤防の拡築事業において、堤体の沈下に対する検討、浸透に対する照査を行うために必要な基礎資料を得ることを目的として行った。調査地では腹付けおよび堤防の嵩上げが計画されており、調査地から十数 m 程の距離に位置する鉄道への影響が懸念されていた。

本稿では、既往調査の結果から地盤工学的な問題点を抽出し、応力解放による乱れ（以下、単に“乱れ”と略す）の評価のための簡易 CU 試験を提案および実施、強度・変形係数の再評価を行った事例について紹介する。

2. 地盤状況と既往調査

河川の左岸側横断方向の想定地質断面図を図-1に、左岸側堤体上の縦断方向の想定地質断面図を図-2に示す。地層構成としては、堤防縦断・横断方向ともに各土層が概ね水平に堆積する。

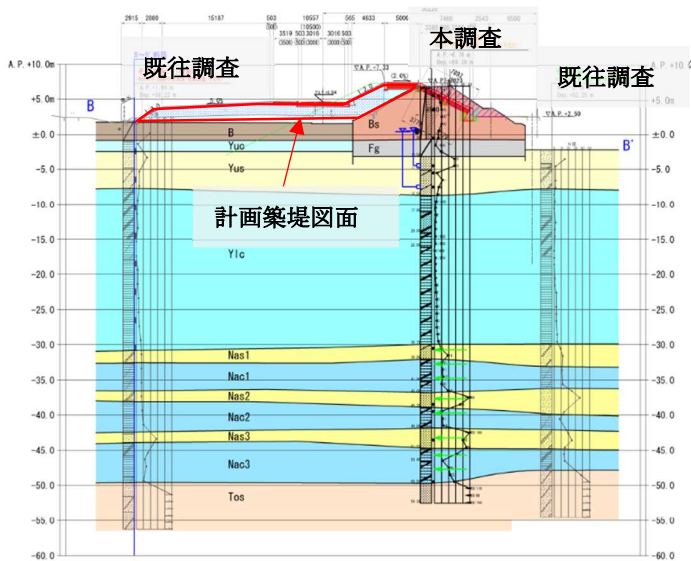


図-1 河川左岸側横断方向の想定地質断面図

調査地点の周辺には既往のボーリングデータが20本あり、内12本は本事業の一環として行われたものである。しかしながら、これら20本の既往ボーリングデータの中には土質試験のデータシートがないもの、試料の採取深度が不明なものなど、試験値の妥当性の確認が難しいデータが含まれていた。また GL-30m 以深の粘性土の粘着力を一軸圧縮試験により設定しており、粘着力が過小評価されている可能性が考えられた。過年度の設計業務では、これらのデータを用いて設定した土質定数をもとに対策工の検討が行われており、対策仕様が過大となる可能性が考えられた。

そのため本調査では、試験値の評価ができない既往ボーリングデータ7本は土質定数設定には用いず、残りの13本の既往ボーリングデータと本調査のボーリングデータ1本の計14本を用いて新たに土質定数を設定することとした。

3. 提案事項

既往調査では GL-30m 以深の粘性土に対し一軸圧縮試験を実施し、その結果により粘着力を設定していた。一軸圧縮試験は拘束圧の作用しない状態で長軸方向に圧縮し、圧縮応力の最大値（一軸圧縮強さ）を求める試験である。GL-30m 以深の試料では乱れの影響が考えられ、拘束圧の作用しない一軸圧縮試験では供試体が原地盤の圧密状態を考慮した強度の評価ができていないと考えられる。

上記に対して、本事業では堤防の嵩上げが計画されているため、載荷重による圧密後に新たに急速な載荷重を受ける時の地盤の安定・変形問題に対応する三軸圧縮試験（圧密非排水 (CU) 条件）での評価が適当である¹⁾。

そこで本業務では、既往の一軸圧縮試験の妥当性の評価も念頭に入れ、簡易 CU 試験を提案し、今回と既往の試

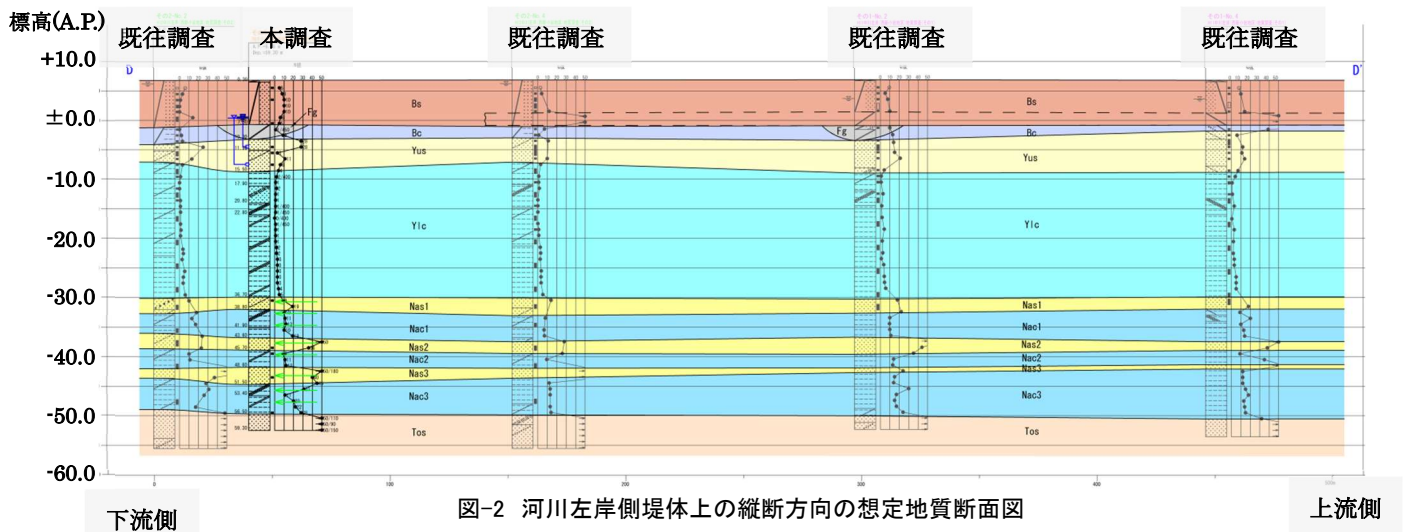


図-2 河川左岸側堤体上の縦断方向の想定地質断面図

料について乱れによる強度低下の評価を行い、粘着力の補正および再設定を行うこととした。なお、簡易 CU 試験とは、平均拘束圧($p_0 \cdot (1+2K_0)/3$)で120分間等方圧密し、せん断速度 0.1%/min で圧縮する試験である。得られた強度は簡易 CU 強度(Su_2)と記す。

4. 簡易 CU 試験による強度の評価

乱れの影響の程度は、一軸圧縮強度($qu/2$)と簡易 CU 強度(Su_2)を用いて評価することができる²⁾。本調査における試料の一軸圧縮強度と簡易 CU 強度の相関を図-3 に示す。これより、本調査の試料は全て $qu/2 \leq 0.60Su_2$ の範囲にプロットされ、試料採取後の応力解放による強度低下が顕著であると評価することができる。

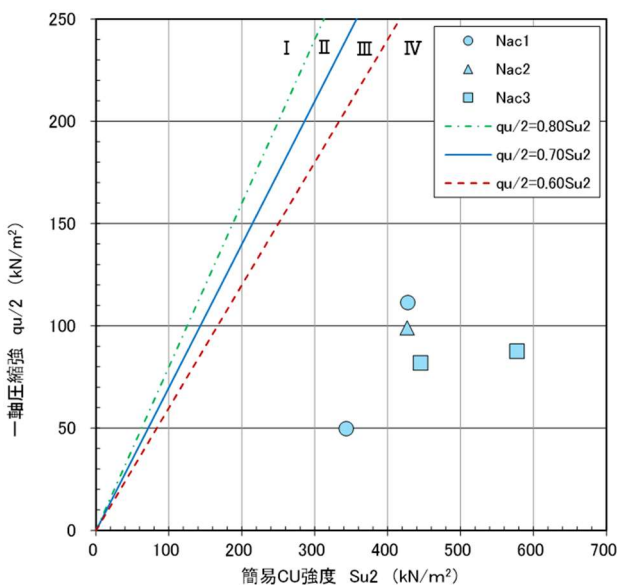


図-3 $qu/2$ と Su_2 の比較と判定ランク図

「土田ほか、1989」より、強度としては簡易 CU 強度を補正して $0.65Su_2$ を用いることができる。ただし、簡易 CU 試験は本業務のみの実施であり、今回得られた簡易 CU 強度をそのまま土質定数とするにはデータ数が不十分であると考えた。そこで本業務では、今回得られた簡易 CU 強度 ($0.65Su_2$) を参考値(強度の最大値の目安)として、既往業務での試験結果、土質定数の設定値を精査することとした。

5. 調査結果

粘着力の標高分布図を図-4 に示す。Nac 層の強度は一般的に上位の Ylc 層の強度よりも大きいことが想定されるが、本調査の 5 試料の一軸圧縮強度はそうになっておらず、乱れによる強度低下が顕著であると判断される。従って本調査における強度低下が顕著であると評価される試料と同程度の強度を示す既往調査結果についても強度低下が顕著であると評価できる。

以上を踏まえて、今回は既往調査を含めた試験結果の

うち、乱れの影響が非常に大きいと考えられる供試体の試験値を棄却し、残りの一軸圧縮強度を用いて Nac 層の粘着力を設定した。粘着力の値は、Nac1層で154.9kN/m²、Nac2層で168.7kN/m²、Nac3層で236.1kN/m²となった。これは、既往の設計業務で設定された Nac 層の粘着力61.0～104.0kN/m²に対して高強度に見直されたことになる。なお、これらの粘着力は簡易 CU 強度の参考値 ($0.65Su_2$) よりも小さくなっていることから、十分安全側の設定であると考えられる。

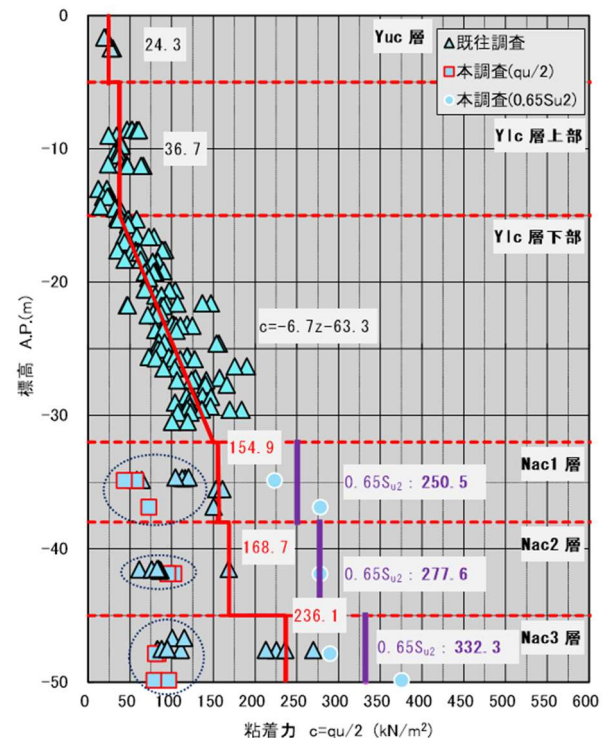


図-4 粘着力の深度分布図

6. まとめ

本業務では既往調査結果を精査し、地盤工学的な問題点の抽出、調査の提案、既往調査を含めた土質定数の再設定を行った。簡易 CU 試験による試料の乱れの影響に関する評価では、既往調査および本調査の Nac 層の採取試料の多くがその影響を受けており、強度が過小に設定されていたことが明らかとなった。本業務で地盤状況により則した土質定数に再設定したことで、より適切な設計が行われると考えられる。

今回の事例のように、地盤状況や試料に則した適切な調査条件や試験方法を提案・実施することは重要である。

《引用・参考文献》

- 1) 地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説〔第一回改訂版〕，pp. 575-622，2020。
- 2) 土田孝，水上純一，及川研，森好生：一軸圧縮試験と三軸試験を併用した新しい粘性土地盤の強度決定法，港湾技術研究所報告，Vol. 28，No. 3，pp. 81-145，1989。