

特殊シリカ系薬液注入による改良地盤の液状化強度の評価法

- (その2)液状化強度の算定法と検証 -

清水建設 正会員 ○風間 広志
清水建設 社本 康広

1. はじめに

近年特殊シリカ系の薬液を用いた地盤改良工法が、既存構造物の液状化対策として注目を集めている。液状化対策のための検討を行うには、要求される液状化強度に対応した薬液のシリカ濃度を設定する必要がある。このための手法として、原位置から採取した攪乱試料を用いて、原位置と同一の密度で、薬液のシリカ濃度をパラメータとした供試体を作成し、一軸圧縮強度を求め、図3のような関係から液状化強度を設定することが一般的である。しかしながら、この方法では、地盤の密度分布の変化に対する液状化強度の変化の程度を推定することができないため、合理的な薬液濃度の安全裕度を設定することが困難である。筆者らは、液状化対策を行う砂地盤の相対密度と特殊シリカ系薬剤のシリカ濃度から改良地盤の一軸強度を算定する手法を提案している。本報告では、上記の考え方に基づいて、地盤の密度変化も考慮した上で改良地盤の液状化強度を評価する手法を示し、原位置改良地盤において提案手法の妥当性を検証した。

2. 特殊シリカ系薬剤を用いた改良地盤の液状化強度の予測法

図1は、液状化対策の対象となる地盤から採取した攪乱砂を用いて、相対密度 D_r とシリカ濃度を变化させて作成した供試体の一軸強度と相対密度の関係を示したものである。図から明らかなように、相対密度が大きくなると、一軸強度は大きくなるが、両者の関係は、相対密度が-50%で強度がゼロを通る直線で表すことができる。この直線の傾きは、図2のようにシリカ濃度と両対数軸上で直線関係がある。したがって、改良地盤の一軸強度 q_u は、相対密度とシリカ濃度を関数として次式のように表すことができる¹⁾。

$$q_u = \alpha \times (SiO_2)^\beta \times (D_r + 50) \quad (1)$$

図3は改良体の一軸強度と液状化強度の関係を示したものである。両者の関係は直線で表せ、砂の種類が異なっても大きな変化は生じない。従って、(1)式で予測した一軸強度を用いて、図3から液状化強度を算定することによって、地盤の密度変化を考慮した上で、改良後の地盤の液状化強度を予測することができる。図4は、改良後の地盤の液状化強度推定の流れを示したものである。

3. 調査対象地盤と試験結果

調査を行った地盤は姫路市湾岸の埋立地で、液状化対策のために G.L.-1.5 ~ 4.5m の範囲で地盤改良を行った地盤である。地盤、施工過程、試料の採取方法の詳細は、文献2に示してある。図5および図6は、採取し

キーワード 特殊シリカ，薬液注入，液状化，応力ひずみ

連絡先 〒135-8530 〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17 清水建設（株）技術研究所 TEL 03-3820-6955

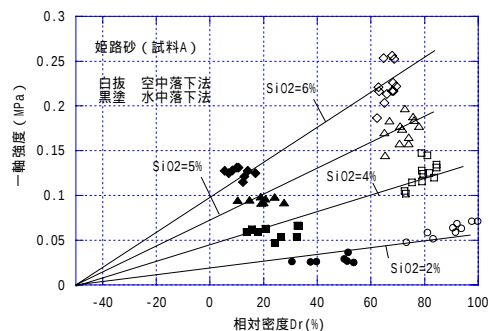


図1 改良土の相対密度と一軸強度

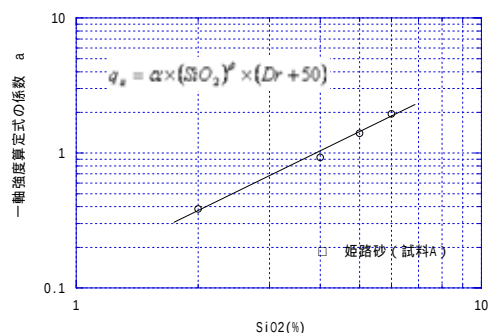


図2 係数 a とシリカ濃度の関係

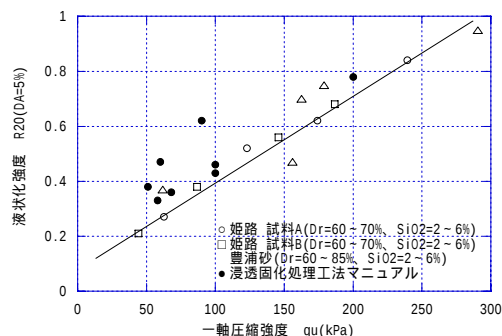


図3 液状化強度と一軸強度

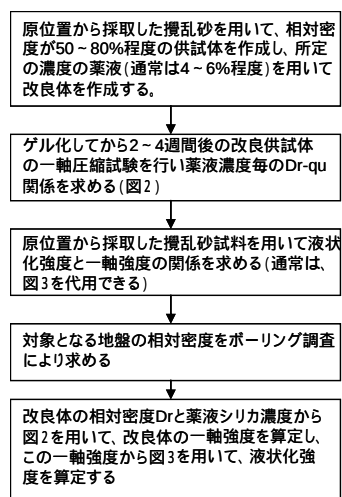


図4 液状化強度の推定

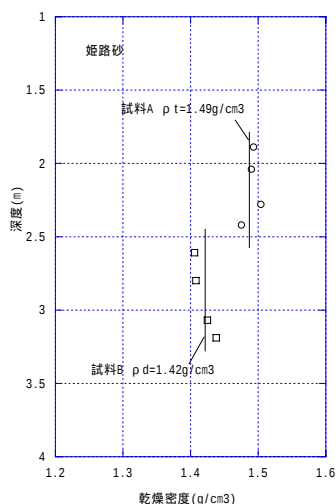


図5 密度の深度分布

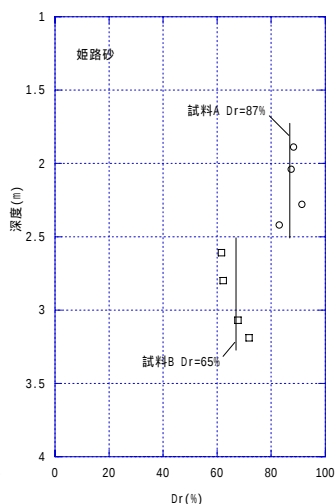


図6 相対密度の深度分布

87%で細粒分が5%のきれいな砂、試料Bは平均相対密度が65%で粘性土分を5%含むやや粘性のある砂である。

図7、8は、試料Bの非排水繰返せん断試験結果より得られた応力-ひずみ関係と有効応力経路を示したものである。応力ひずみ関係は粘性土の非排水繰返せん断とよく似た傾向を示し、繰返せん断の進行に伴って徐々にひずみが増大してゆく傾向がある。薬液注入試料に特有の繰返せん断ひずみが一定の値に収束するような傾向は見られず、15%のひずみに達しても徐々にひずみが増加する傾向が伺える。試料Aに関しては紙面の関係で図示しないが、繰返せん断ひずみが一定になる傾向が見られた。

図9は、液状化試験より得られたせん断応力比と繰返回数との関係を示したものである。試料Aの改良土の液状化強度は0.75、試料Bの液状化強度は0.42。供試体中のシリカ濃度と相対密度の違いにより同一の薬液を注入したにも関わらず液状化強度は大きく異なる。図中に示した黒塗印は、液状化を実施した改良土のシリカ濃度（文献2参照）と相対密度を測定し、この値から図4に示した手順で液状化強度を評価したものである。黒塗印は、試料A、Bのように、密度やシリカ濃度の違いによって大きく異なる液状化強度の変化を妥当に表現しており、提案した液状化強度の評価手法の妥当性が高いことを示している。

4. 結論

原地盤の密度の違いを考慮できる特殊シリカ系薬液注入による改良地盤の液状化強度の推定法を提案し、実際に施工された改良地盤において、手法の妥当性を検証した。

<参考文献>

- 1) 社本、天利、風間、桂(2005):特殊シリカ系薬液注入改良土の相対密度と一軸圧縮強度の関係、平成17年度地盤工学発表会
- 2) 社本、風間、桂(2005):特殊シリカ系薬液注入による改良地盤の液状化強度の評価法(その1)、土木学会大会講演概要集。
- 3) (財)沿岸開発技術研究センター編:沿岸開発技術ライブラリー NO.18 浸透固化処理工法技術マニュアル、2003.3

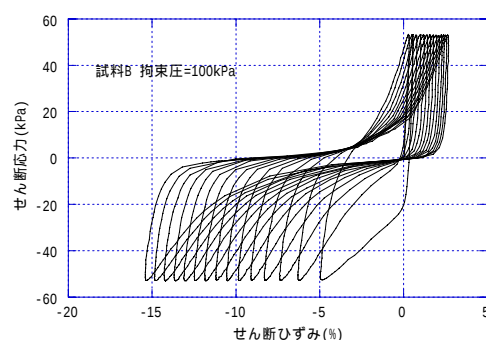


図7 改良土の非排水繰返変形特性

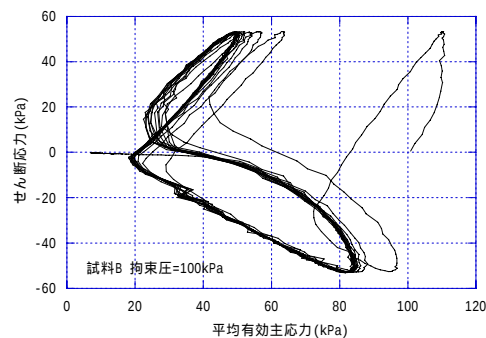


図8 改良土の有効応力経路

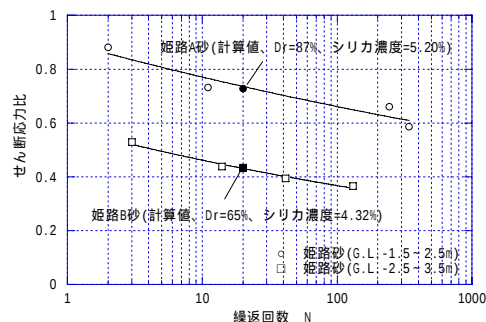


図9 改良土の液状化曲線と予測値