

特殊シリカ系薬液注入供試体の強度変形特性 —その2 液状化強度特性—

清水建設 正会員 ○風間 広志
清水建設 社本 康広

1. はじめに

液状化対策のために、水ガラスからアルカリイオンを除去し恒久性を増した特殊シリカを用いた薬液を用いた地盤改良工法が近年注目を浴びている。その1では、新規開発の特殊シリカ系薬液を用いた改良体の静的な強度・変形特性についての報告を行った。本報告は、その1で作成したものと同様の改良土の供試体に対して液状化試験を行い、液状化強度に及ぼす SiO_2 濃度の影響を検討した。

2. 試験概要

試験に用いた供試体は豊浦砂を $\text{Dr}=90\%$ になるように詰め、薬液の SiO_2 濃度を 2、4、6 %としたものを用いた。薬液および供試体の作成方法の詳細はその1¹⁾で述べた通りである。

所定の材齢の供試体を脱形し、供試体高さを約 10cm に整形した後、三軸セル内にセットする。この際、下のペデスタルおよび通水経路を脱気水で満たし、水を僅かに通水しながら供試体をセットすることで飽和度を保持する工夫を行っている。供試体をセル内にセットした後、20kPa の圧密圧力で供試体を安定させる。この状態で 100kPa のバックプレッシャーを与える。この後、40、70、100kPa になるように段階的にセル圧をあげ、各段階の圧密が完了することを確認した上で次の圧密段階になるようにした。この状態で1時間放置し、繰返周期 100 秒で、非排水繰返せん断試験（液状化試験）を実施した。実験は、空圧式の振動三軸試験装置を用いて行い、計測は軸ひずみ、過剰間隙水圧を測定した。

3. 試験結果

図1は、試験より得られた軸応力、軸ひずみ、過剰間隙水圧比の時刻歴の典型的な例（ SiO_2 濃度 4%）を示したものである。通常の砂供試体の液状化とはことなり、過剰間隙水圧は上昇するものの2～3波で定常状態になり、過剰間隙水圧比の上限は約 80% である。その後繰返せん断によって過剰間隙水圧の上昇は見られるがその変化は非常に緩慢である。軸ひずみも同様に、初期段階では繰返せん断に伴って増加するが、5波目にほぼ定常状態に達
キーワード 特殊シリカ、薬液注入、液状化、応力ひずみ

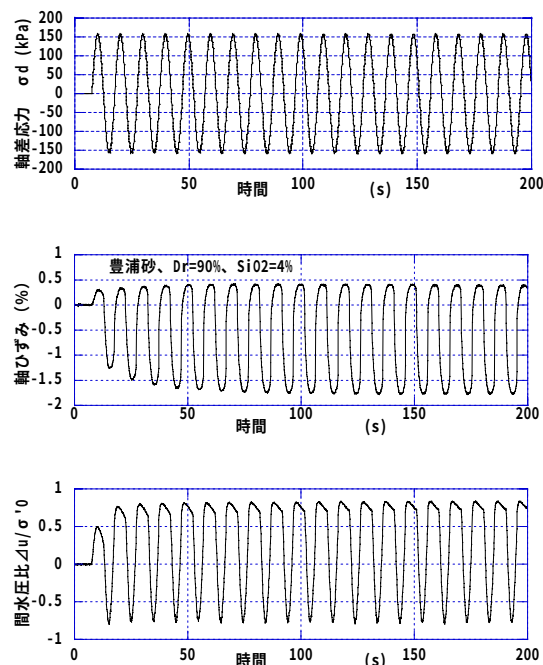


図1 改良土の典型的な試験結果

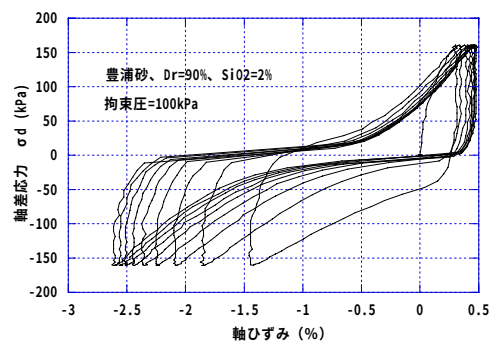


図2 改良土の応力ひずみ関係

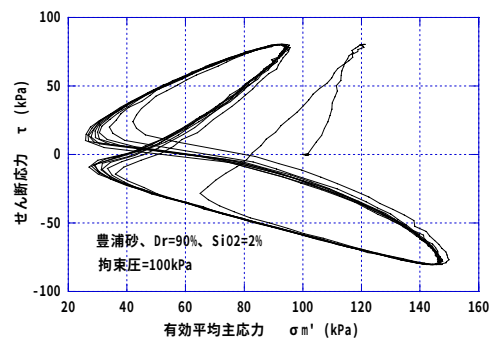


図3 改良土の有効応力経路

連絡先 〒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

し、その後の両振幅軸ひずみののびは極めて僅かである。このような傾向は、既往の研究で指摘されている²⁾が、この例と比較するとシリカ濃度がほぼ同一であるにもかかわらず、供試体の密度が大きく、粒径の異なる特殊シリカの混合による強度増加の影響で、繰返せん断に伴う軸ひずみののびが押さえられる効果が顕著に現れている。

図2～7は、SiO₂濃度の異なる供試体の応力ひずみ関係と有効応力経路を示したものである。

飽和砂と同様に応力ひずみ関係は逆S字を描くが、軸差応力がゼロの付近でも有限のせん断剛性を有するため明確な履歴減衰が見られる。軸差応力ゼロ付近のせん断剛性はSiO₂濃度が大きい程大きく、履歴減衰の量も同様に大きくなる。

有効応力経路を見ると、繰返せん断に伴って有効応力が回復し、せん断応力と平均有効主応力の比が一定の値を超えない限界状態が存在するが、飽和砂供試体の場合と異なり限界状態線が原点を通らない。

図8は、両振幅軸ひずみDAが2%の際の繰返せん断応力比と繰返回数 N の関係をプロットしたものである。図1から分かるように、今回の試験では繰返せん断継続しても両振幅軸ひずみののびは僅かであり、DA=5%に達する事例は、疲労による破壊が生じた例を除けば無かった。DA=2%の条件を、液状化が生じた状態と規定して、SiO₂濃度が2、4、6%の供試体の液状化強度（繰返回数15回におけるせん断応力比）を求めるとそれぞれ、0.5、0.7、1.2となる。図9は、一軸圧縮強度と液状化強度の関係をプロットしたものである。図中に、既往の試験結果を併せて示す。今回の試験結果は、既往の試験結果と良く一致しており、一軸圧縮強度と液状化強度は直線関係で表すことができる。

<参考文献>

- 1) 風間他 (2004)：特殊シリカ系薬液注入供試体の強度変形特性—その1—、土木学会第59回年次学術講演会
- 2) 後藤、宮本 (1997)：比較的希薄な薬液を混入した砂の液状化特性、第32回地盤工学研究発表会、pp745-746.
- 3) (財)沿岸開発技術研究センター (2003)：浸透固化処理工法技術マニュアル、p115.

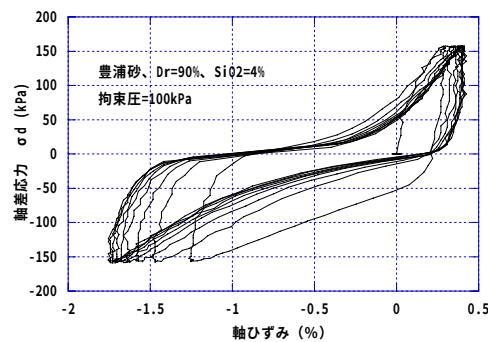


図4 改良土の応力ひずみ関係

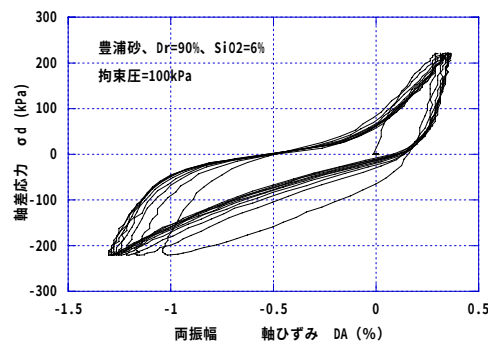


図6 改良土の応力ひずみ関係

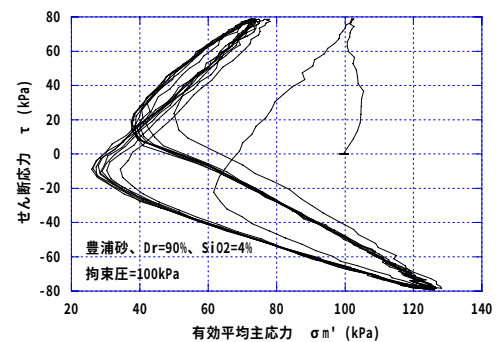


図5 改良土の有効応力経路

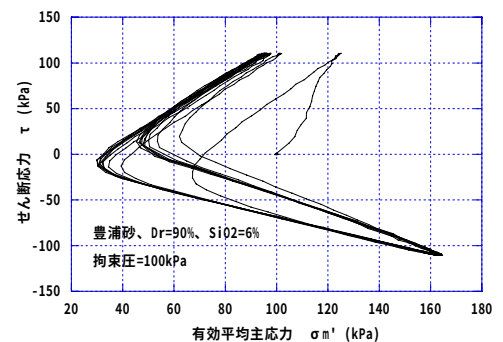


図7 改良土の有効応力経路

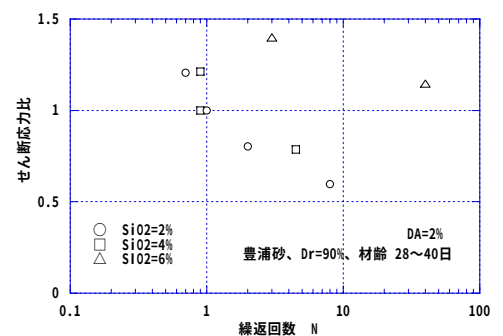


図8 改良土の液状化強度曲線

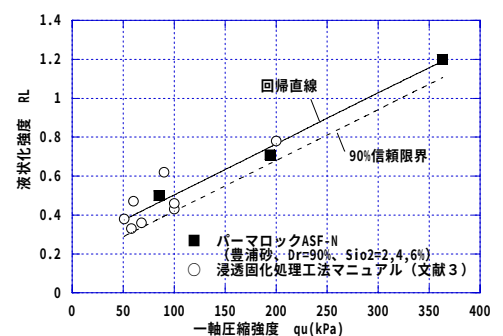


図9 一軸圧縮強度と液状化強度の関係