

薬液注入による部分固化改良土の繰返し非排水せん断強度

鹿島建設(株) 正会員 ○山田 岳峰
 埼玉大学 正会員 鈴木 輝一
 埼玉大学 高柳 季弘

1. まえがき

最近、液状化対策としての薬液注入工法が注目されており、対策コストの低減が強く望まれている。そこで、今回、薬液注入による部分固化改良土の液状化抑制効果を、繰返し非排水三軸試験を実施することにより確認した。

2. 実験方法

三軸供試体の作製装置を図-1 に示す。作製手順は次のとおりである。乾燥豊浦砂($\rho_s=2.654$ 、 $e_{max}=0.964$ 、 $e_{min}=0.618$)を水中落下法で三軸モールド内に撒き出し、 $Dr=50\%$ となるように締め固めた後、側面を拘束した状態(K_0 状態)で有効上載圧($98kN/m^2$)を載荷し、供試体($50mm, h92mm$)内に 12 球(=3 列×4 球(段)/列、 $23mm$)の球状の薬液改良体を接球状に以下の手順で作成した。注入管(外径 3mm)を供試体上端から所定の位置に差し込み、下方から各段ごと合計 4 深度にシリカゾル系の薬液を所定量注入する。その際、薬液は各列ごとに調合し、薬液の粘度が上昇し始めたことを確認した後、一定速度で注入を開始し注入開始から約 10 分で注入を終了している。注入の際の薬液の粘度変化を図-2 に示す。注入後、上載圧を載荷した状態で供試体を 15 時間静置し(この間に薬液は硬化) 上載圧を除荷した後ペDESTAL およびモールドとともに供試体を三軸試験装置にセットし、通常の手順で繰返し非排水三軸試験を実施した。実験ケースを表-1 に示す。実験は、有効拘束圧を $98kN/m^2$ とし、繰返し載荷は応力制御で正弦波(振動数: $0.01Hz$)を繰返し載荷回数 20 回を基本に載荷した。繰返しせん断後に排水量を計測するとともに、実験後、供試体内の改良体の形状を確認した。改良体の出来形の例を写真-1 に示す。写真に示すように、改良体はほぼ同一寸法の球状で互いに接するよう

に配置されていることが確認できる。

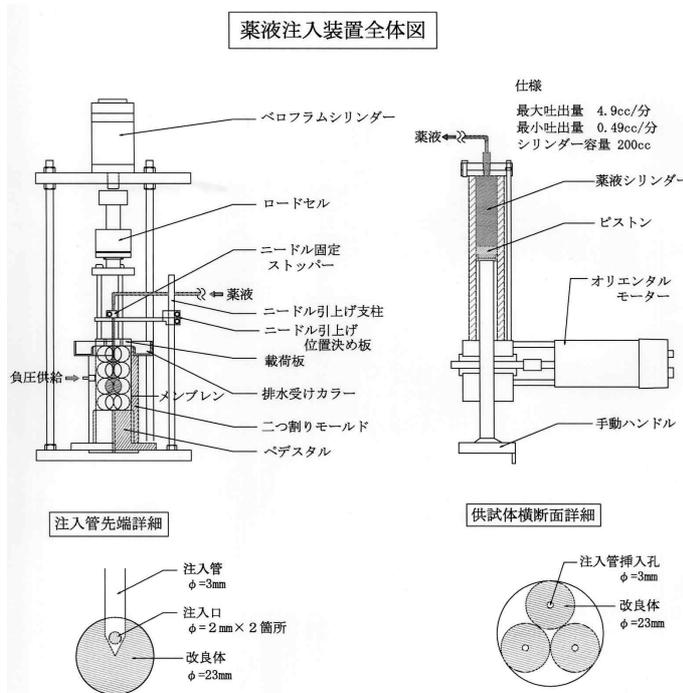


図-1 三軸供試体作製装置(薬液注入装置)

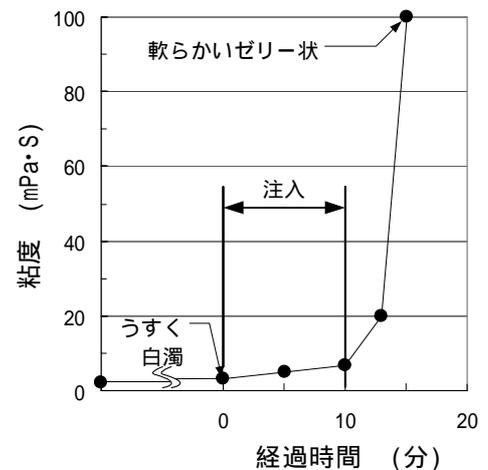


図-2 使用薬液の粘度特性と注入時期

キーワード：薬液注入工法、部分改良、液状化

連絡先：鹿島技術研究所 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 Tel(0424)89-7067 FAX(0424)89-7034

3. 実験結果

DA=5%に達する繰返しせん断応力比と繰返し回数の関係を図-3 に示す。同図から、ばらつきはあるものの、部分改良土は、接球状でも未改良砂に比べ明らかに繰返しせん断抵抗が大きくなる事が分かる。例えば、改良体（サンドゲル）の一軸圧縮強さ q_u が 180kN/m^2 、改良率 42%の部分改良土は、同じく $q_u=118\text{kN/m}^2$ の全体改良（動的せん断強度:約 0.35）に比較的近い液状化抵抗を有する。また、同じ改良率であれば、サンドゲルの q_u が大きくなる程、繰返しせん断抵抗が大きくなる傾向が確認できる。次に、20 波繰返しせん断後の体積ひずみ v と繰返しせん断中の最大せん断ひずみ \max の関係を図-4 に示す。これより、部分改良土の v は、10%前後のせん断ひずみレベルまで \max と一意で線形な関係を有し、未改良砂、あるいは $q_u=118\text{kN/m}^2$ の全体改良土の特性とおおむね一致する。従って、このような関係に基づき、部分改良土の体積ひずみすなわち沈下量の推定が可能と思われる。

以上から、薬液注入による部分固化改良土は相応の液状化抑制効果が期待できると判断される。ただし、今回の検討は模型実験の色合いが濃く、今後、実験結果をより定量的に解釈するため、モデル化の際の実物との相似性や三軸供試体内における部分改良体の境界処理の影響等の検討が必要と考えている。

参考文献

- 1)山田岳峰、鈴木輝一他：繰返しせん断を受けた薬液固結砂の沈下特性，pp.2273-2274, 第 36 回地盤工学研究発表会,2001.6

表-1 試験数量

改良率 (%)	一軸圧縮強さ* q_u (kN/m^2)	試験数	備考
全体改良	118	5	文献(1)参照
42	180	11	
42	120	7	
未改良		5	文献(1)参照

備考) * : 繰返し三軸試験実施材齢時のサンドゲルの強度



洗い出し後

[3 列 × 4 段, 写真上~下 : 供試体内改良体上~下に対応]

洗い出し状況（途中経過）

写真-1 供試体内に作成した薬液注入改良体の形状

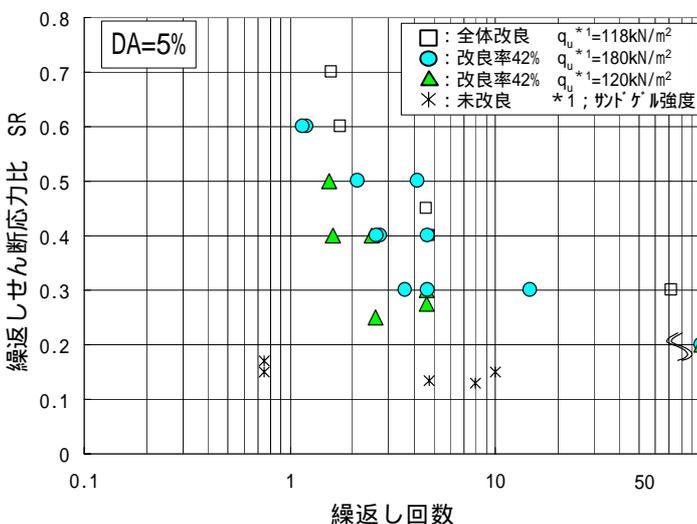


図-3 繰返しせん断応力比～繰返し回数関係

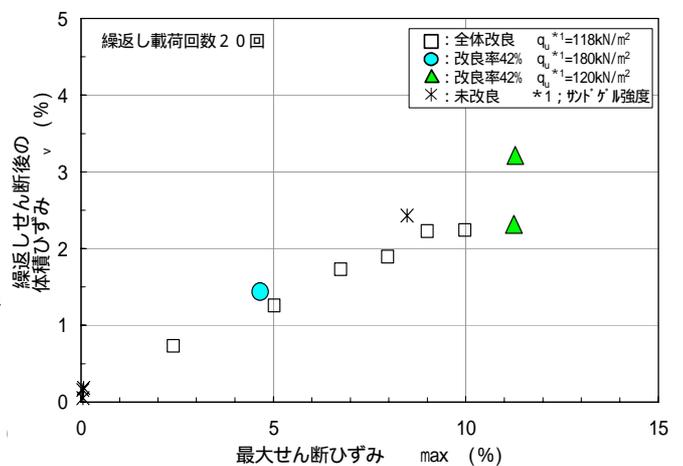


図-4 繰返しせん断後の体積ひずみ～最大せん断ひずみ関係