

# 薬液改良された地盤の力学特性に関する基礎的研究

武蔵工業大学工学部 学生会員 ○高木知英 木滑隆介 正会員 末政直晃  
強化土エンジニアリング(株) 正会員 島田俊介 後藤博子

## 1.はじめに

薬液注入工法とは、地盤を破壊せずに現存している土の空隙に、注入材を充填して地盤改良をする工法である。近年、既設構造物の基礎の耐震性強化を目的とした、薬液注入による液状化防止工法が進められている。それに伴い、耐久性・恒久性を向上させた、新たな注入材<sup>1)</sup>の開発が進められている。

そこで、本研究では、注入材によって改良された地盤の力学特性を把握するために、溶液型活性シリカの繰返し三軸圧縮試験・透水試験を行った。その際、作製後7日・28日・3ヶ月間養生させた供試体を用いて実験をすることで、改良された地盤の恒久性についても比較検討した。

## 2.実験方法

本実験で用いた注入剤には、溶液型活性シリカを使用した。表-1は、その配合を示したものである。

本実験では、液状化防止効果を調べるために、全ての供試体の相対密度を  $Dr=40\%$  に調整した豊浦砂に、薬液を混ぜ合わせ供試体を作製した。この供試体を作製後、7日・28日・3ヶ月間養生させた後、繰返し三軸圧縮試験・透水試験を行った。それぞれの試験で用いる供試体のサイズは、繰返し三軸圧縮試験は直径  $35\text{mm} \times$  高さ  $70\text{mm}$ 、透水試験は直径  $50\text{mm} \times$  高さ  $100\text{mm}$  とした。

繰返し三軸圧縮試験では、繰返し応力振幅比を変化させ試験を行った。試験後、繰返し軸差応力の片振幅  $\sigma_d$  の  $1/2$  を有効拘束圧  $\sigma'_0=49\text{kN/m}^2$  で除した応力振幅比  $\sigma_d/2\sigma'_0$  を縦軸に、両振幅軸ひずみ  $DA=5\%$  になるときの繰返し載荷回数  $N$  の対数を横軸に採って図示した。また、両振幅軸ひずみ  $DA=5\%$  の  $N=20$  回における応力振幅比  $\sigma_d/2\sigma'_0$  を読み取り、液状化強度比  $R$  とした。透水試験は、薬液注入された供試体の透水性が非常に小さくなっていると考えたため、変水位透水試験で行った。

## 3.実験結果

### 3-1.液状化強度曲線

繰返し三軸圧縮試験より得られた液状化強度曲線を、図-1~4に示す。実験結果をプロット、近似曲線を実線でそれぞれ表した。また、図-1~3はそれぞれ7日・28日・3ヶ月間養生させた供試体から得られた、 $DA=1\%$ 、 $3\%$ 、 $5\%$ での結果を表している。図-4は3ケースの  $DA=5\%$  の結果を比較したものである。

図-1~3で示された、3ケースの実験から得られた液状化強度比  $R$  は、養生期間7日、28日、3ヶ月でそれぞれ  $R=0.3194$ 、 $0.3594$ 、 $0.3224$  となり、

表-1 溶液型活性シリカ (400ml)

|           |       |                |       |
|-----------|-------|----------------|-------|
| A液(200ml) |       | B液(200ml)      |       |
| PR シリカ    | 60ml  | ASF シリカ        | 60ml  |
| 水         | 140ml | ASF アクタ<br>- M | 16ml  |
|           |       | 水              | 124ml |

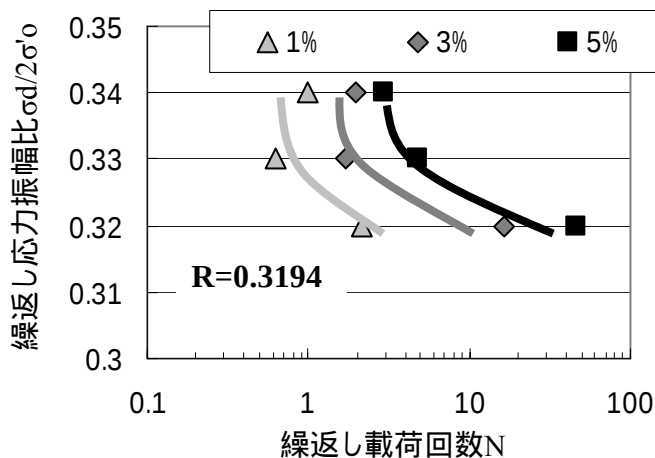


図-1 液状化強度曲線(7日)

キーワード：薬液注入工法、地盤改良、液状化

連絡先：武蔵工業大学 地盤環境工学研究室 TEL&FAX 03-5707-2202

未改良地盤での豊浦砂の液状化強度比が、 $Dr=40\%$  のときおよそ  $R=0.1 \sim 0.15^{2)}$  であることを考えると、今回の実験で溶液型活性シリカを注入した供試体は 2～3 倍程度の強度増加が現れたと言える。

図-4 で示された各ケースの実験結果を比較すると、養生期間 7 日から 28 日にかけて液状化強度比が増加しているが、28 日から 3 ヶ月にかけての液状化強度比には、大きな変化は見られなかった。今回使用した溶液型活性シリカの場合、1 ヶ月程度で強度増加は収まりその後、緩やかに漸増していくのではないかと考えられる。

今回の実験では、各ケースにおいて 3～4 パターンの繰返し応力で実験を行ったが、その結果に若干のばらつきが現れた。考えられる原因に、一本毎手作業で供試体を作製したため、品質にばらつき生じたからと考えられる。

### 3-2. 透水試験

透水試験より得られた透水係数を表-2 に示す。本来、透水係数が  $10^{-2}(\text{cm/sec})$  程度の豊浦砂に溶液型活性シリカを注入することで、 $10^{-7}(\text{cm/sec})$  程度まで透水係数が小さくなり、透水性は非常に小さくなった。さらに、養生期間が長くなるほど透水性は小さくなったが、透水係数のオーダーまでは変わらないことがわかる。

### 4. まとめ

本研究では、7 日・28 日・3 ヶ月間養生させた供試体を用いて、繰返し三軸圧験試験・透水試験を行った。その結果、以下の知見を得た。

- 1) 供試体の養生期間が 7 日から 28 日にかけて液状化強度は向上したが、3 ヶ月にかけては大きな違いは現れなかった。
- 2) 養生期間が長くなるほど、透水係数は小さくなったが、3 ケースともに  $10^{-7}(\text{cm/sec})$  程度となった。

今回の実験では、手作業で供試体を作製したため供試体への薬液の浸透状況が違った事が、実験結果のばらつきに影響を及ぼしてしまったと考えられる。そのため、今後、より正確な結果を得るためには実験数を増やす必要がある。

### (参考文献)

- 1) 米倉亮三・島田俊介・木下吉友：恒久グラウト注入工法：2000 年
- 2) 地盤工学会：地盤工学ハンドブック：1999 年

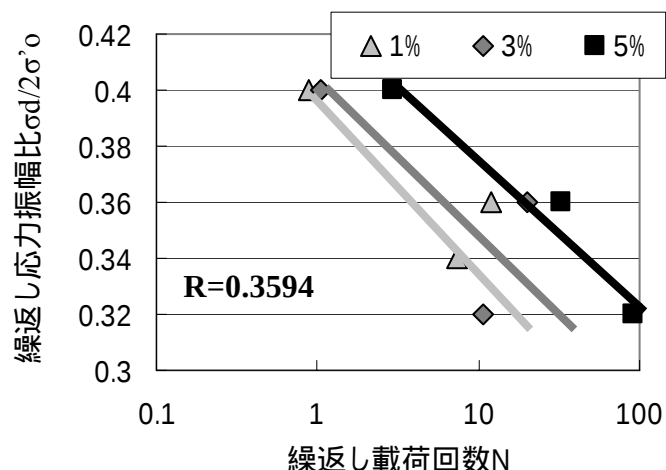


図-2 液状化強度曲線 (28 日)

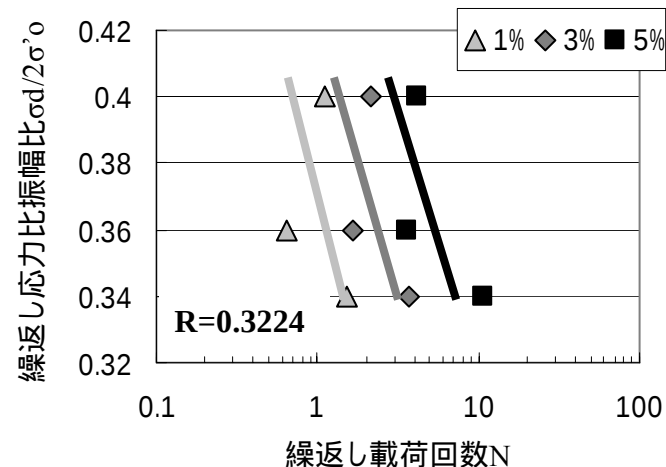


図-3 液状化強度曲線 (3 ヶ月)

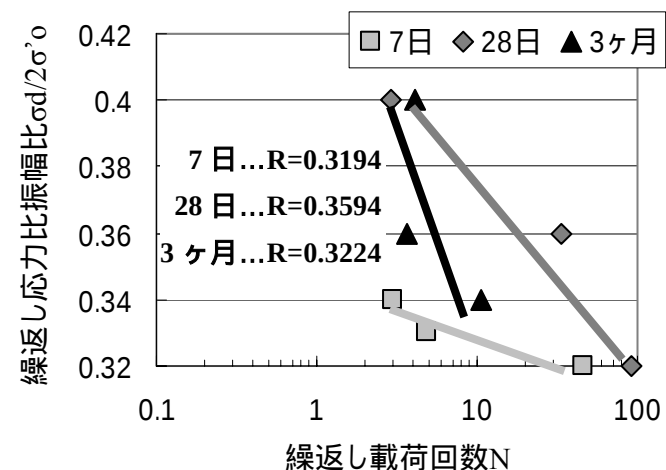


図-4 液状化強度曲線 (DA=5%)

表-2 透水係数

| 透水係数(cm/sec)          |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 7 日養生供試体              | 28 日養生供試体             | 3 ヶ月養生供試体             |
| $5.91 \times 10^{-7}$ | $2.47 \times 10^{-7}$ | $1.21 \times 10^{-7}$ |