

# 薬液注入を施した地盤の強度発現に関する一考察

武蔵工業大学 学生会員 諏訪裕哉 西山雅樹 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

## 1.はじめに

液状化による被害を減らすための地盤改良工法の一つとして、薬液注入工法<sup>1)</sup>が近年注目を浴びているが、改良による強度発現の仕組みについて解明し、強度を定量的に把握していく必要がある。本研究では、強度発現仕組みは、地盤内に注入した薬液が収縮しようとした際、土の骨格によって収縮が制限されて応力が発生(バンド効果)し、強度が増加すると考えた。そこで、強度発現に影響を及ぼす因子として、薬液単体の収縮量の経時変化及び、拘束圧による砂単体の収縮量を調べた。また、相対密度を3種類に変化させた薬液供試体を作製し、一軸圧縮試験により相対密度別の強度特性の経時変化を調べた。

## 2. 実験概要

### 2-1.供試体の作製・養生

薬液供試体は一軸圧縮試験を実施するに当たり、地盤の要素をできるだけ忠実に再現する必要がある。そこで、作製による乱れを小さくするために、図-1に示す装置を用いて供試体を作製した。

薬液供試体は直径36mm、高さ80mmの亚克力円筒に、豊浦砂を空中落下法により、相対密度 $D_r=80\%$ 、60%、45%となるように詰め、シリカ濃度6%でゲルタイム12時間に調整した溶液型シリカグラウトを薬液槽で脱気した後、同様に脱気しておいた注入槽に、水頭差を用いて浸透注入させた。

薬液供試体は薬液の固化後脱型し、温度25℃、湿度95%以上の恒温恒湿槽で養生させた。実験の際には、供試体の上下端面を整形し、実験用供試体とした。

薬液収縮量測定実験においては、直径45mmの塩化ビニル円筒に所定の高さとなるよう薬液を注ぎ、薬液の固化後脱型し、温度25℃、湿度95%以上の恒温恒湿槽で養生させた。

### 2-2.薬液収縮量測定実験

薬液収縮量測定実験は表-1に示すように、薬液単体の体積 $V$ に対する表面積 $S$ の比を3種類に変化させ、養生日数1,3,7,14,30日毎の薬液単体の高さ $H$ と直径 $D$ を測定し、薬液単体の体積ひずみを算出した。

### 2-3.収縮反力測定実験

収縮反力測定実験に用いる豊浦砂供試体は、直径50mm、高さ100mmの金属性円筒中にゴムスリーブを負圧により密着させ、その中に豊浦砂を空中落下法により相対密度 $D_r=80\%$ 、60%、45%となるように詰めて作製した。これを三軸圧縮試験機に設置し、荷重制御を用いて供試体に荷重が加わることなく変位を測定できるように制御した。これに供試体上下方向から段階的に負圧をかけて収縮させ、そのときの沈下量と直径を測定した。

### 2-4.一軸圧縮試験

一軸圧縮試験(JIS A 1216:1998)<sup>2)</sup>は各相対密度において、養生日数1,3,7,14,30日とした薬液供試体を直径36mm、高さ72mmに整形し、毎分1%のひずみ速度で連続的に圧縮し、荷重と変位を測定した。

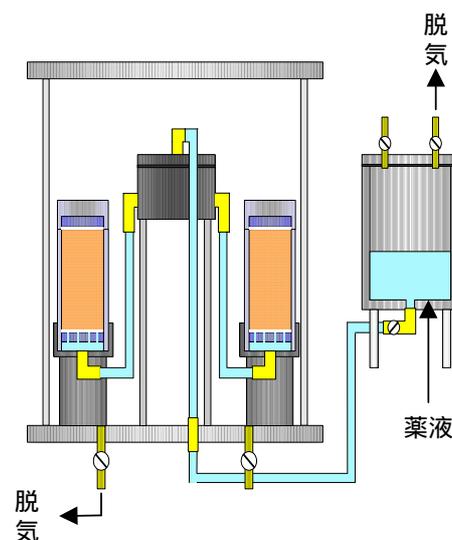


図-1 薬液供試体作製装置

表-1 薬液初期条件

S/V	1.25	1.50	2.00
H (cm)	5.760	3.350	1.820
V (cm <sup>3</sup> )	86.39	50.63	27.30
S (cm <sup>2</sup> )	109.07	76.39	54.98

キーワード：薬液注入、強度発現、バンド効果

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

### 3.実験結果および考察

#### 3-1.薬液の収縮率

図 - 2 に、薬液の収縮量測定によって得られた、体積ひずみ  $c_v$  の経時変化を示す。これより、体積ひずみは時間経過に伴い増加し、30 日経過時点で約 30% 体積が収縮していることがわかる。また、実験条件を  $S/V$  によって変化させたが、それに伴う変化の差は小さく、今回の実験範囲においては同程度の変化となった。

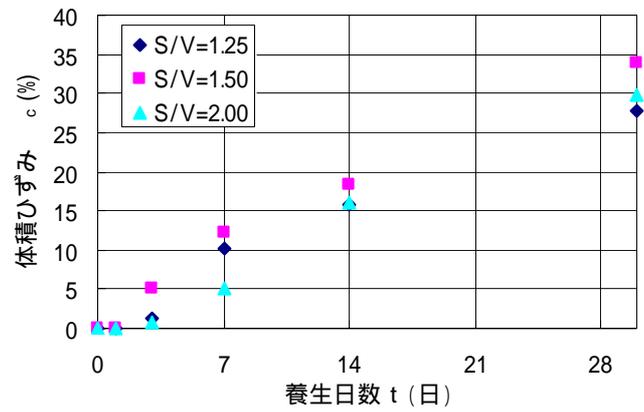


図 - 2 体積ひずみの経時変化 (薬液)

#### 3-2.砂の収縮率

図 - 3 に、砂供試体の体積ひずみ  $s_v$  - 拘束圧  $p$  関係を示す。これより、体積ひずみは拘束圧が大きくなるに伴って増加していることがわかる。また、体積ひずみの増加率は相対密度が小さいほど大きくなり、 $D_r=45\%$  で約 3.4%、 $D_r=80\%$  で約 1.7% となった。この差は、薬液が収縮する際に応力が発生せずに収縮できる範囲の差となると考えられる。

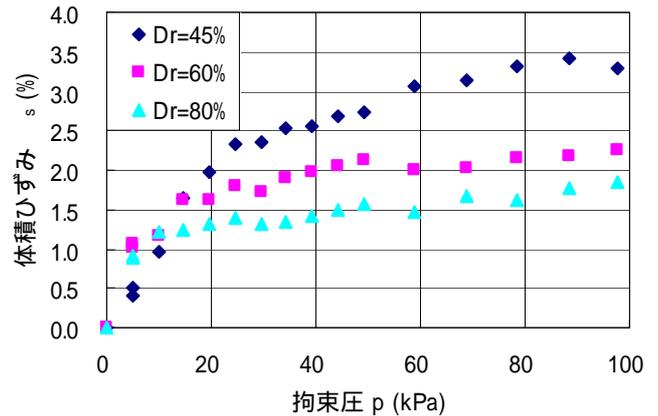


図 - 3  $s_v$  -  $p$  関係 (豊浦砂)

#### 3-3.薬液供試体の強度

図 - 4 に、一軸圧縮試験結果の一例を示す。これより、相対密度が大きい供試体ほど一軸圧縮強度が大きくなっていることがわかる。また、相対密度が大きいほど剛性が大きく、かつ脆性的な破壊となっている。これは、供試体中の砂と薬液の量の割合により変化するものと考えられる。

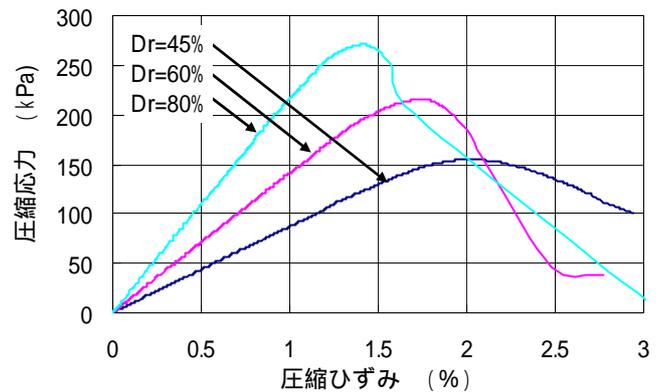


図 - 4 一軸圧縮試験結果 (養生1日)

図 - 5 に、一軸圧縮強度  $q_u$  の経時変化を示す。これより、強度は約 3 日までに大きく増加していることがわかる。また、その後は相対密度の違いに関わらず、強度はほぼ一定の値を維持する傾向が見られる。

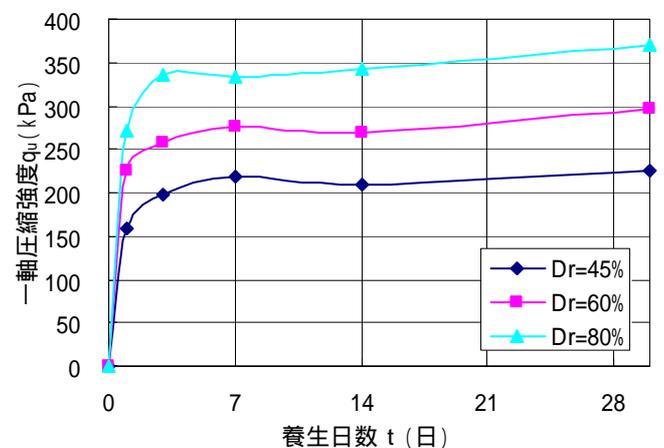


図 - 5 一軸圧縮強度の経時変化

### 4.まとめ

今回行った実験により、以下のことが示された。

- 1) 薬液の体積ひずみは時間経過に伴い増加し、その増加率は表面積 - 体積比に関わらず同程度変化する。
- 2) 砂の体積ひずみは拘束圧の増加に伴い大きくなり、その増加率は相対密度が小さいものほど大きくなる。
- 3) 一軸圧縮強度は時間経過に伴い増加する傾向を示し、その増加量は相対密度が大きいものほど大きくなる。

今回の実験において、強度発現に及ぼす因子の基本的性状を調べた。今後、三軸圧縮試験を行うことで粘着力及びせん断抵抗角のパラメータを採取し、今回の結果と併せて考察を行い、報告する予定である。

#### <参考文献>

- 1) 島田俊介・佐藤 武・多久 実(1995)：最先端技術の薬液注入工法,理工図書
- 2) 地盤工学会編(2000)：土質試験の方法と解説 (第一回改訂版) ,pp430-440