

# III-372

## 割裂注入による粘性土の強度改良とホモゲル離しょう水の固結作用

早稲田大学理工学部 ○学生員 小峯 秀雄  
同 上 正員 田村 昌仁  
東京電力（株） 正員 林 七郎  
早稲田大学理工学部 正員 森 麟

### 1. はじめに

粘性土地盤を対象とした薬液注入では、薬液の浸透が困難のため割裂注入となって薬液がホモゲルとなって硬化する。割裂注入による粘性土の改良効果としては、割裂注入による圧密効果で生じる粘性土自身の強度変化や硬化した脈状ホモゲルと粘性土が構成する土の複合強度とが考えられているが、新たに割裂中に入ったホモゲルは土圧によって次第に圧密脱水され、このホモゲルから脱水される離しょう水が割裂脈周辺の粘性土に徐々に浸透固結して、粘性土自身の強度を増加させる作用のあることが分かった。本研究は、数種類の粘性土とホモゲルを用いて、離しょう水浸透供試体を作製し、一面せん断試験と三軸圧縮試験を行ない、離しょう水による粘性土の固結作用について調査した。

### 2. 試料及び実験方法

使用したホモゲルの薬液の配合を表-1、2に、粘性土の種類及び土質定数を表-3に示した。一面せん断試験用供試体は図-1のように圧密リング内に1(kgf/cm<sup>2</sup>)で予備圧密された粘性土の下に硬化後30分程度ホモゲルを置き、3(kgf/cm<sup>2</sup>)の圧密圧を与えて、ホモゲルからの離しょう水を粘性土に浸透させた。この際、離しょう水が粘性土と圧密リングとの境界を通らないように、リングの外壁にシリコングリスを塗布した。圧密終了の判定は、ダイヤルゲージで測定する垂直変位が24時間に0.01mm以下になる段階とした。圧密終了後、残った硬化薬液を削り落とし、一面せん断試験を行なった。また三軸圧縮試験用の供試体は図-2のように直径18cmの円型モールドを用いて、図-1と同様の方法で作製し、三軸供試体を切り出した。三軸供試体の直径は5cm、高さは10cmとした。試験は、三軸UU試験を行なった。

表-1 LW薬液の配合表

|       |             |                    |
|-------|-------------|--------------------|
| 1 液   | ケイ酸ソーダ<br>水 | 250(cc)<br>250(cc) |
| 1 1 液 | セメント<br>水   | 437(g)<br>200(cc)  |

表-2 各種水ガラス系薬液の配合表

| 水ガラス薬液濃度(%) | 15%                 | 35%                   | 35H%                  |
|-------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 液         | ケイ酸ソーダ<br>水         | 150<br>350            | 350<br>150            |
| 1 1 液       | グリオキザール<br>リン酸<br>水 | 50<br>12.25<br>437.75 | 50<br>12.25<br>437.75 |
|             |                     | 72<br>12.5<br>415.5   |                       |

表-3 粘性土の土質定数

| 試 料                 | 間隙比e | 透水係数k(cm/s)          |
|---------------------|------|----------------------|
| 木節粘土                | 0.83 | $5.0 \times 10^{-9}$ |
| 関東ローム               | 2.25 | $1.6 \times 10^{-7}$ |
| 現地試料<br>(新小岩)       | 0.98 | $3.0 \times 10^{-9}$ |
| 木節粘土50%<br>+ 豊浦砂50% | 0.63 | $4.3 \times 10^{-7}$ |
| 市販カオリン              | 0.76 | $3.5 \times 10^{-7}$ |

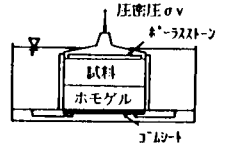


図-1 一面せん断供試体作製図

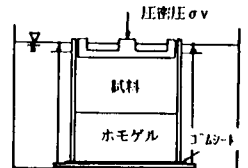


図-2 三軸供試体作製図

### 3. 実験結果及び考察

市販カオリン粘土を試料として、ホモゲルにLW薬液と水ガラス系の薬液数種類を用いた一面せん断試験結果を図-3～4に示した。図-3からLW薬液よりも水ガラス薬液の方が強度増加が大きい。水ガラス薬液

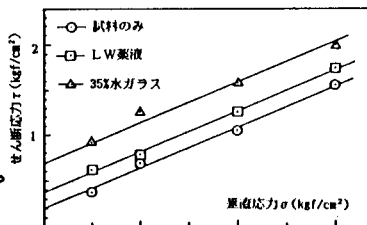


図-3 一面せん断試験結果(LW, 35%水ガラス)

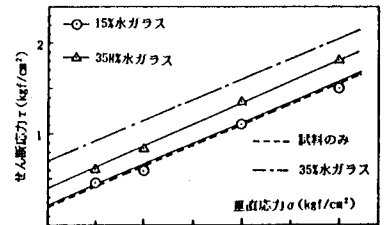


図-4 一面せん断試験結果(各種水ガラス系薬液)

のホモゲルは、LWに比較して弱く、ホモゲル自身の圧密脱水量が多い。LW薬液は懸濁型の薬液で硬化した後、セメント粒子が骨格を形成するため、圧密脱水しにくいので離しょう水が少なく、水ガラス

薬液ほどの強度増加が得られなかったと考えられる。図-4では、濃度の異なる数種の水ガラス系薬液のホモゲルを使用した場合の試験結果を比較した。これから35%水ガラス薬液を用いた場合が最も強度増加が大きかったことがわかった。表-4に、各種ホモゲル離しう水の浸透量の比較を示した。表-4からも、最も強度増加が大きかった35%水ガラス離しう水の浸透量が著しい。離しう水による固結、強度増加には粘土内へ浸透した離しう水量がかなり重要と考えられる。また15%水ガラスの場合でも、35%水ガラスとほぼ同量の離しう水浸透量があるが、ほとんど強度増加が現れていない。このことから、離しう水による固結、強度増加には離しう水の濃度なども影響すると思われる。さらに離しう水の化学的な調査が必要と思われる。

次に透水係数の異なる粘性土を数種類用いて、離しう水による強度増加の違いを調べた。ホモゲルには、最も強度増加の大きい35%水ガラス薬液を用いた。図-5~8にその実験結果を示した。いずれの粘性土でも浸透固結により粘着力

$C$  ( $\text{kgf/cm}^2$ )は増加しているが、内部摩擦角 $\phi$  ( $^\circ$ )の変化はない。また、表-5に各粘性土の粘着力の増加量を示した。これから透水係数にはほとんど関係なく、 $C$ の増加量は0.20~0.25 ( $\text{kgf/cm}^2$ )程度で、むしろ粘性土の差で、市販カオリン粘土のように $C$ の増加量が0.50と大きくなるものもある。 $C$ の増加は、粘性土の交換性イオンと離しう水との化学的な反応などが考えられ、さらに検討が必要であろう。

以上は一面せん断試験の結果を示したが、三軸UU試験により離しう水が浸透し固結した粘性土の強度特性をさらに調べることにした。試料には市販カオリン粘土を用い、ホモゲルには、35%水ガラス薬液を用いた。図-9には三軸UU試験の結果を示す。粘着力が0.40 ( $\text{kgf/cm}^2$ )ほど増加し、内部摩擦角の変化がなく、一面せん断試験の結果と同じ傾向を示した。

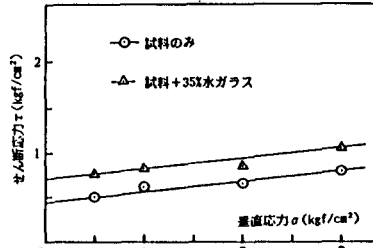


図-5 一面せん断試験結果(木節粘土)

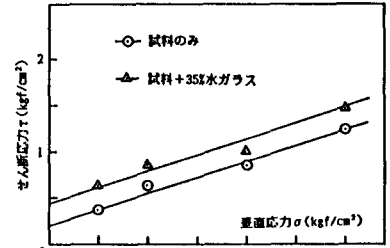


図-6 一面せん断試験結果(木節粘土50%+豊浦砂50%)

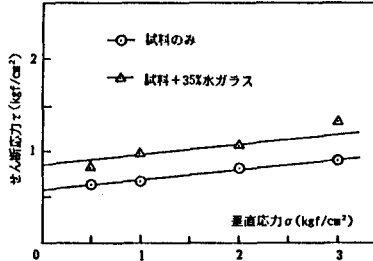


図-7 一面せん断試験結果(新小岩)

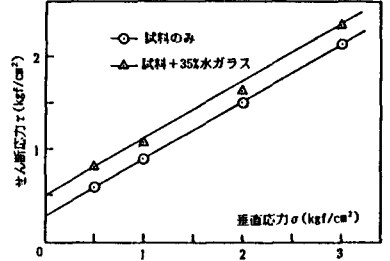


図-8 一面せん断試験結果(関東ローム)

表-4 各種ホモゲル離しう水の浸透量の比較

| ホモゲルの種類  | 粘性土内に浸透した離しう水量(cc) |
|----------|--------------------|
| LW       | 16.1               |
| 35% 水ガラス | 37.1               |
| 35%水ガラス  | 25.4               |
| 15% 水ガラス | 36.3               |

浸透前のホモゲル量: 50.9(cc)

表-5 各粘性土の粘着力増加量

| 試料             | 粘着力増加量                     |
|----------------|----------------------------|
| 木節粘土           | 0.22 ( $\text{kgf/cm}^2$ ) |
| 関東ローム          | 0.24 ( $\text{kgf/cm}^2$ ) |
| 現地試料(新小岩)      | 0.23 ( $\text{kgf/cm}^2$ ) |
| 木節粘土50%+豊浦砂50% | 0.24 ( $\text{kgf/cm}^2$ ) |
| 市販カオリン         | 0.50 ( $\text{kgf/cm}^2$ ) |

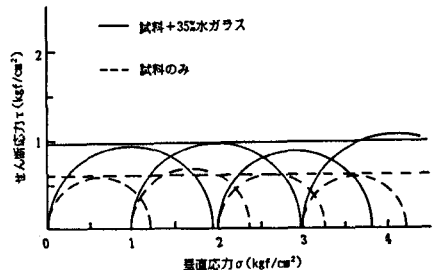


図-9 三軸UU試験結果(市販カオリン)