

# III-98

## 各種水ガラス薬液によるホモゲルと固結砂強度の関係について(その2)

東洋大学

加賀 宗彦

米倉 亮三

新宿区役所

中村 信治

杉戸町役場

上沢 英幸

### 1 はじめに

各種注入材によるホモゲルと固結砂の一軸圧縮強度を調べ、その関連性を検討している。これら相互の関連を見いだすことができれば、概略的な一軸圧縮強度の推定に利用することができる。前回は、基礎的研究として3種類の砂を用い、砂の種類の違いによる固結砂強度への影響を見てみた。今回は、砂の間隙の大きさによって、固結砂強度がどのように変わるかを見るため、砂の密度を変えた固結砂供試体を作製し、一軸圧縮強度試験を実施した。その結果、固結砂の一軸圧縮強度は、注入材のホモゲル強度がそれほど大きくない場合、固結砂を占める砂の密度に比例した。しかしながら、注入材のホモゲル強度が大きい場合、上記の関係は一概に言えなかった。次に、ホモゲルと固結砂の一軸圧縮強度の関係を調べた結果、砂の密度が一定ならば注入材の種類に関係なく、指数関数で表示できた。

### 2 実験材料と実験方法

(1) 注入材: 大別して、有機水ガラスおよびシリカゾル系水ガラスを用いた。また、注入材は $SiO_2$ 濃度が大きいものから小さいものまで、連続するような種類を選定した。物性は、表-1に示す。

(2) 砂: 豊浦標準砂を用い、固結砂の供試体作製には、3通りの相対密度を用いた。供試体作製時の密度および物性を表-2に示す。

(3) 供試体: ホモゲルおよび固結砂供試体は、共に $5cm$ (直径) $\times 10cm$ (高さ)のものを用いた。固結砂供試体は、モールドにあらかじめ注入材を入れ、その後表-2に示す乾燥密度になる砂の量をモールド周囲を打撃しながら入れる方法で作製した。養生は、すべて2日とした。

(4) 一軸圧縮試験: JISに準じて行ったが、供試体下面には、ポーラスストーンを設置した。

### 3 実験結果

#### 3-1 相対密度を変えた固結砂の一軸圧縮強度

注入材による砂の強度の改良は、間隙を注入材で埋め、または、被覆しこれによって強度増加を与えられる。したがって、固結砂強度は間隙の状態や注入材そのものの強度に支配されると考えられる。これら相互の関係を見るため、砂の密度を変え、また、強度の異なる注入材を用いて供試体を作製し、一軸圧縮強度を行った。その結果を図が煩雑にならないように、図-1には、有機注入材によるものと、図-2には、シリカゾル系注入材によるものを示す。横軸は、相対密度、縦軸は、固結砂の一軸圧縮強度である。図より同一注入材の場合注入材A20を除けば、砂の相対密度の増加に伴って、固結砂の一軸圧縮強度も大きくなっていることがわかる。したがって、砂そのものの密度が増加することで、砂の内部摩擦角も大きくなることや、間隙を占める注入材の寸法効果、あるいは、森、佐藤<sup>2)</sup>によって考えられた構造性粘着カや薄膜粘着によって固結強度も大きくなるものと考えられる。しかしながら、ホモゲル強度が、 $700kPa$ と大きい(ホモゲル強度の大きさは図-3を参照されたい)

| 表-1<br>No | 注入材の種類      | 比濃    | $SiO_2$ 量<br>( $g/cm^3$ ) | ゲル時間<br>(分) |
|-----------|-------------|-------|---------------------------|-------------|
| A20       | 有機系<br>水ガラス | 1.230 | 0.203                     | 10          |
| A15       |             | 1.181 | 0.152                     | 20          |
| A11       |             | 1.135 | 0.114                     | 60          |
| A06       |             | 1.072 | 0.06                      | 120         |
| CH        | シリカゾル系      | 1.130 | 0.114                     | 240         |
| CSM       |             | 1.200 | 0.323                     | 30          |

| 表-2<br>Gs | $e_{max}$ | $e_{min}$ | $Dr=0.4$<br>$e$ | $Dr=0.4$<br>$P(\%)$ | $Dr=0.6$<br>$e$ | $Dr=0.6$<br>$P(\%)$ | $Dr=0.8$<br>$e$ | $Dr=0.8$<br>$P(\%)$ |
|-----------|-----------|-----------|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| 2.677     | 0.950     | 0.860     | 0.834           | 1.460               | 0.776           | 1.500               | 0.718           | 1.538               |

注入材A<sub>20</sub>では、砂の相対密度に比例して、固結砂の一軸圧縮強度も大きくなるとは一概に言えない。これは、一軸圧縮試験による特殊な現象かもしれないが、固結砂強度の発現機構の特殊な要素として、明らかにしなければならないと考えている。

### 3-2 ホモゲルと固結砂の一軸圧縮強度

図-3は、ホモゲルと固結砂の一軸圧縮強度の関係を示したものである。固結砂供試体の砂の相対密度は、Dr 0.4, 0.6, 0.8, 3種類に変え、それぞれを記号別で示してある。図に示されるように、ホモゲルと固結砂の一軸圧縮強度は、砂密度が一定なら注入材に関係なく相関性を示す。また、バラッキはあるが、概略的には、砂の相対密度が一定ならば、注入材の種類やSiの濃度に関係なく、ほぼ一定勾配の直線で示すことが示されている。したがって、相対密度別に最小二乗法によって回歸直線を求め、これを図中に直線で示す。この関係は、前回と同様  $q_u = a(q_{uH})^n$   $q_u$ :固結砂強度,  $a$ ,  $n$ :係数,  $q_{uH}$ :ホモゲルの一軸圧縮強度 の式で表わすことができる。前回では、砂の密度を一定として実験を行った。その結果、砂の種類や強度が変わってもそれはあまり顕著な変化を示さなかった。これに対し、 $a$ は、固結砂強度によって変化することが調べられた。今回の砂の種類が同じで、密度が変化した場合を検討してみると、相対密度が小さいDr=0.4の回歸直線の勾配が大きくなっている。これは、前回と異なりそれは変化した。この原因の詳細は、今後の検討項目としたいが、そのひとつとして、ホモゲル強度が大きい場合、固結砂の一軸圧縮強度は、砂の密度に比例しないことが考えられる。このように固結砂の一軸圧縮強度は、ホモゲル強度が大きい場合砂の空隙の大小に単純に比例せず複雑な様子を示す。今後は、注入材の量や、森、佐藤による付着力などを加味した整理が必要と思われる。

### 4 おわりに

今回の実験で、次の結果が得られた。

- 1) 固結砂の一軸圧縮強度は、注入材の種類に関係なく、固結砂を占める砂の密度に比例する。
- 2) しかしホモゲルの一軸圧縮強度が700Kpaと大きくなった場合2)の関係は一概に言えない。
- 3) ホモゲルと固結砂の一軸圧縮強度は、砂の密度が一定なら注入材の種類に関係なく指数関数で表示できた。

### 参考文献

- 1) 加賀, 米倉: 各種水ガラス華液によるホモゲルと固結砂強度の関係について, 第21回土質学会発表 1986
- 2) 森, 佐藤: 結合剤による土の強度機構, 土と基礎 16-2 1968

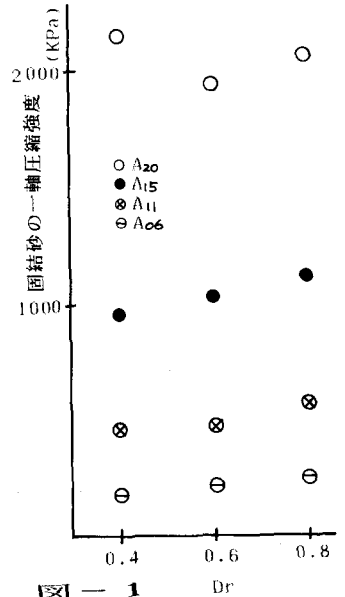


図-1

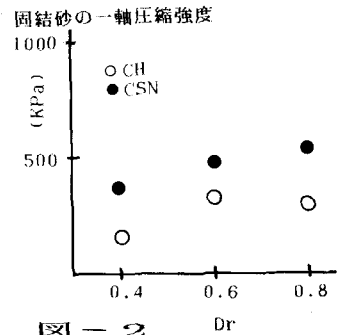


図-2

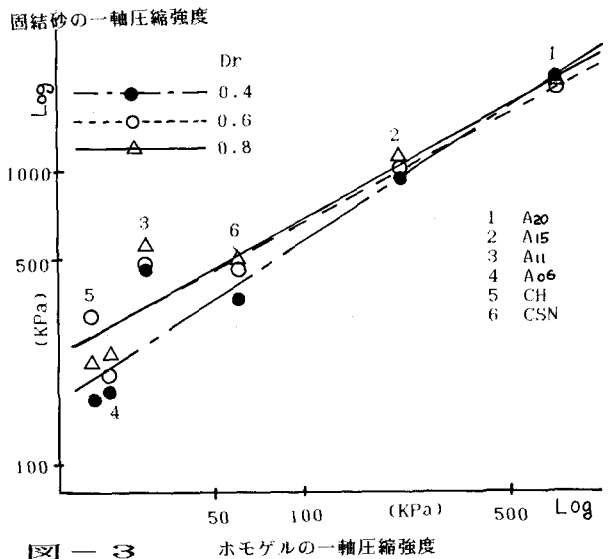


図-3