

III-B 85

水ガラス系薬液により改良された
砂質地盤の変形と止水特性について
— 止水性変化の特性について — （その1）

日本綜合防水株式会社 正会員 高橋 則雄
株式会社青木建設 正会員 森川 義人

1. はじめに

薬液注入工法は、地盤の安定性と止水効果を目的として頻繁に使用されている。特に都市NATMや土被りの小さいトンネル施工では、湧水処理や切羽の安定を保つために強度増加と止水性の向上が要求される。水ガラス系薬液は浸透性に優れており止水効果は期待されるが、セメント系の改良に比べるとホモゲル強度がかなり小さく変形が大きい。掘削等の変形挙動を伴った止水性の問題に関しては、透水係数とダイレイタンスーの関係の研究¹⁾があるが、本研究では応力変形挙動を伴う止水性安定に関してひずみ ε と透水係数 k の挙動について動水半径(R_{Hs})²⁾とホモゲルの脆性度(BrH)²⁾をパラメータとした検討を行った。

2. 実験方法

実験に使用した砂は珪砂3号、5号、7号で、薬液は水ガラス濃度35%、50%とした。薬液を注入した供試体（ $\phi 5 \times h 10 \text{cm}$ ）を作成し三軸圧縮試験により応力-ひずみ、体積変化、および透水係数の測定³⁾を行った。本研究では砂の密度、粒径と粒度分布を総合的に表現し、固結砂の力学特性を定量的に評価できる動水半径(R_{Hs})²⁾とホモゲルの脆性度(BrH)²⁾に着目してパラメータとし、軸圧縮ひずみ ε_1 と透水係数 k の関係を考察した。表-1、2に砂の動水半径(R_{Hs})とホモゲルの脆性度(BrH)を示す。

表-1 砂の動水半径

砂	均等係数 U_c	D_{50}	間隙比 e	動水半径 R_{Hs} mm
珪砂3号	1.39	1.15	0.754	0.193
珪砂5号	1.27	0.57	0.709	0.086
珪砂7号	1.70	0.12	0.786	0.023

表-2 薬液の脆性度 (kPa)

薬液	q_c	σ_c	脆性度 Br
水ガラス35%	54.83	18.91	2.90
水ガラス50%	1660.12	127.30	13.04

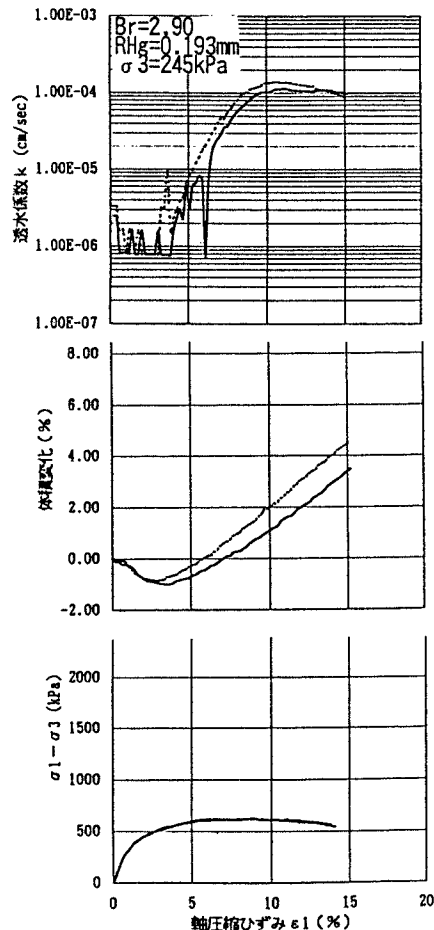


図-1 実験結果の一例($Br=2.9, RH=0.193 \text{mm}$),

3. 実験結果と考察

三軸圧縮試験機にセットされた供試体中に48kPaで通水し、排水状態の三軸圧縮試験（ σ_3 は68.6, 245, 441, 637kPa）と定水位の透水試験を行った。試験結果は7日養生後のもので、軸圧縮ひずみ ε_1 —透水係数 k 、体積ひずみ ε_v 、主応力差 $\sigma_1 - \sigma_3$ を測定した。試験結果の一例を図-1に示す。この結果は動水半径(R_{Hg})が大きくホモゲル脆性度(BrH)の小さい場合である。これらの実験結果をもとに動水半径(R_{Hg})と透水係数変化倍率、および拘束圧(σ_3)と透水係数変化倍率の関係を図-2, 3に示す。透水係数の変化倍率とは、変形が進んで最大の値を示す透水係数($k(\max)$)を、変形過程において透水係数が大きく変化する時点の透水係数($k(\text{ini})$)で除した値である。また、図-4には透水係数変化時点の軸圧縮ひずみ ε_1 と透水係数が最大値を示す時点の軸圧縮ひずみ ε_1 の関係を示したものである。

<実験結果の考察>

1. ホモゲルの脆性度(BrH)が小さく、砂の動水半径(R_{Hg})が大きい程、透水係数変化倍率は大きく、拘束圧(σ_3)が小さい程その値は大きくなる傾向にあり、約100倍以上の変化を示している。
2. ホモゲルの脆性度(BrH)が大きく、砂の動水半径(R_{Hg})が小さい程、透水係数変化倍率は小さく、拘束圧(σ_3)の依存性も顕著ではない。
3. 透水係数の変化時と最大時の軸圧縮ひずみ ε_1 に関しては、脆性度(BrH)が小さい場合には透水係数変化時のひずみ ε_1 の差に対して透水係数最大時のひずみ ε_1 にはあまり大きな差が見られない。また、脆性度(BrH)が大きい場合には透水係数最大時のひずみ ε_1 の差が大きく、相関性がある($k(\max)$ の $\varepsilon/k(\text{ini})$ の $\varepsilon \approx 2 \sim 3$)ようである。

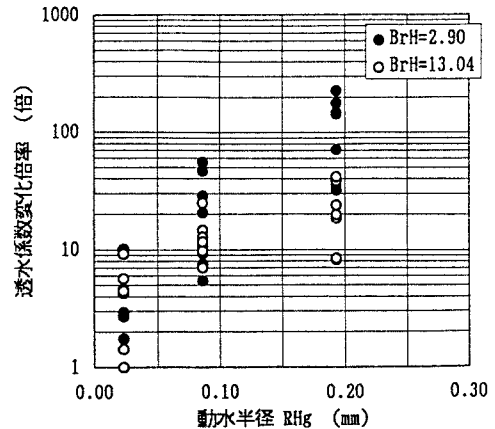


図-2 動水半径(R_{Hg})と透水係数変化倍率の関係

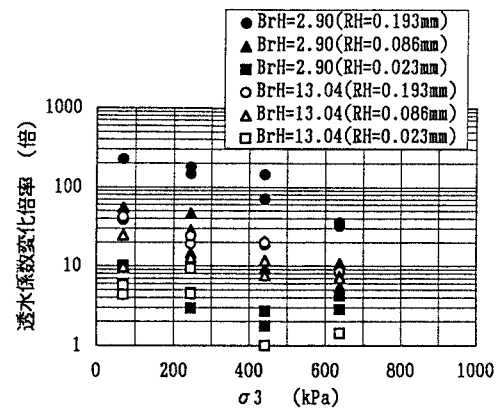


図-3 拘束圧(σ_3)と透水係数変化倍率の関係

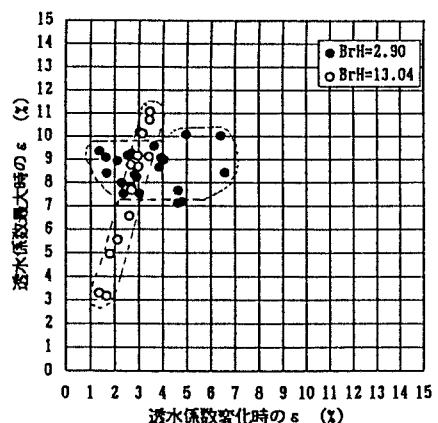


図-4 k 変化時の ε_1 と k 最大時の ε_1 の関係

<参考文献>

- 1) 森, 小峯, 田村: 水ガラス薬液により固結した砂の透水係数とダイレイタンシーについて, 第20回土質工学研究発表会, pp.1669-1672, 1985
- 2) 森川: 薬液注入固結砂の粘着力の評価方法に関する研究, 土木学会論文集, No.517, pp.73-82, 1995
- 3) 森川, 鈴木: 水ガラス系薬液によって改良された砂質土の力学的挙動に伴う止水性の評価, 第31回地盤工学会研究発表会, 1996