

III-296

シリカゾル系注入材のサンドゲル特性について

小野田セメント(株) 正会員 細田 初敏
 ” 正会員 大森 啓至
 小野田ケミコ(株) 岩城 正典
 (株) 小野田 正会員 松井 悟

1. まえがき

近年、地下工事の大深度化に伴い注入材料及び工法への期待が高まっている。注入材料に関しては、基本的にはゲル化時間の調整、浸透性と耐久性の両立が求められているが、現在のところ、これらの要求特性を全て満足する注入材料は見当たらず複合注入等の工法的な対処法が採用されている。本報告は最近耐久性及び無公害性の面で注目されているシリカゾル系注入材を取り上げ、ホモゲル物性とサンドゲル物性の関係を調べたものである。

2. 材料

本試験に用いた注入材は表-1に示すように水ガラス系1種と酸性シリカゾル系1種、弱アルカリ性シリカゾル系4種の計6種である。なお、シリカゾル系注入材は現場で水ガラスに酸性剤を加えて酸性シリカゾルを作り、アルカリ材を加えてゲル化させるものと工場で生産された弱アルカリ性のシリカゾルに硬化材を加えてゲル化させるものの二種に大別される。

3. 試験概要

ホモゲル供試体の作製は、二液を素早く混合後型枠（ $\phi 5 \times h10\text{cm}$ ）に流込み24時間後に脱型し、供試体の約3倍の水中に養生した。

サンドゲル供試体の作製は、豊浦標準砂を間隙率 $n=40\%$ で充填した注入用モールド（ $\phi 5 \times h22\text{cm}$ ）に水を注入し、間隙を水で満たした後、間隙の1.2倍量の注入材を注入し、水と注入材が置換するようにした。注入圧力は瞬結のもので 3kgf/cm^2 、緩結のもので 1kgf/cm^2 とした。

試験に用いた二液注入装置の概要を図-1に示す。

供試体は、注入後1日でモールドより脱型し、 $\phi 5 \times h10\text{cm}$ に成形した後、高分子フィルムにて被覆し、 20°C 、湿気養生とした。

材令7日及び28日で一軸圧縮試験、材令7日で三軸圧縮試験を行った。

三軸圧縮試験は、非圧密非排水条件で実施した。

4. サンドゲル力学特性

4.1 一軸圧縮試験

一軸圧縮試験は、各種注入材のホモゲルとサンドゲルの二種類について実施した。図-2はホモゲル一軸圧縮さとサンドゲル一軸圧縮強さを比べたものである。

表-1 注入材の物性

	記号	主 材	ゲルタイム
瞬 結	A	水ガラス	10 秒
	B	弱アルカリ性シリカゾル	10 秒
	C	弱アルカリ性シリカゾル	7 秒
緩 結	D	酸性シリカゾル	数時間
	E	弱アルカリ性シリカゾル	18 分
	F	弱アルカリ性シリカゾル	26 分

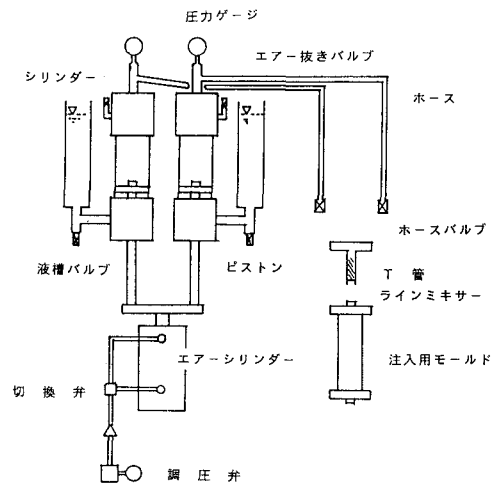


図-1 注入装置の概略図

図-2よりホモゲルー軸圧縮強さが比較的低い値(0.2 kgf/cm²以下)を示したシリカゾル系注入材E, Fでもサンドゲルの一軸圧縮強さは2 kgf/cm²以上の値を示し、水ガラス系注入材と同等かそれ以上の強度が得られた。しかも緩結タイプの注入材D, E, Fのサンドゲルが高い一軸圧縮強さを示した。また、シリカゾル系注入材のホモゲルに対するサンドゲルー軸圧縮強さの強度比は、低いもので8倍程度あり、ほとんどのものが10倍以上を示した。図-3に各注入材のサンドゲル7日強さと28日強さを比較したものを示す。水ガラス系注入材Aは、材令7日から材令28日における強度増加が僅かであるが、シリカゾル系注入材は30%以上の強度増加が認められた。

4. 2 三軸圧縮試験

図-4, 図-5にそれぞれホモゲルー軸圧縮強さと粘着力及び内部摩擦角との関係を示す。一般に注入固結体の粘着力はホモゲル特性、内部摩擦角は砂の密度、粒径等によって影響を受けると考えられている。本試験の結果、粘着力はホモゲルの一軸圧縮強さの増加に伴い、やや増加はしているものの顕著な傾向は認められなかった。また、粘着力は0.7~1.2 kgf/cm²の値を示し、ホモゲルの一軸圧縮強さの数倍程度の値を示すことが分かった。内部摩擦角(ϕ)は、多少ばらつきが見られるものの、全体として $\phi=37\sim42^\circ$ の範囲にあった。

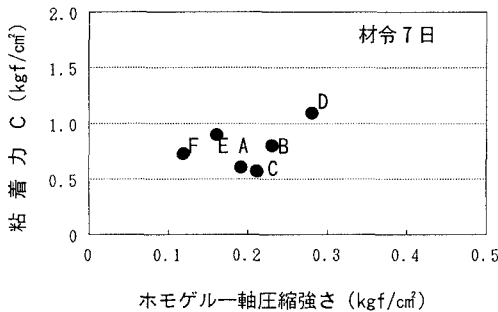


図-4 ホモゲルー軸圧縮強さとサンドゲルの粘着力の関係

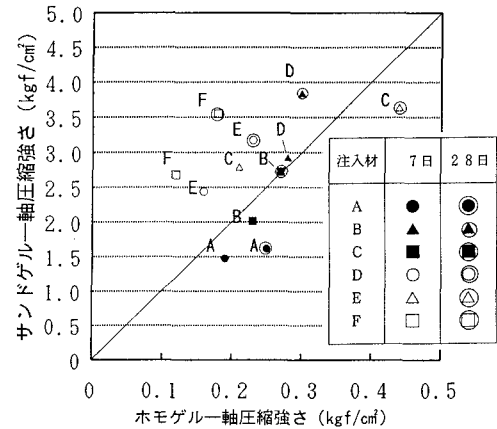


図-2 ホモゲルとサンドゲルー軸圧縮強さの比較

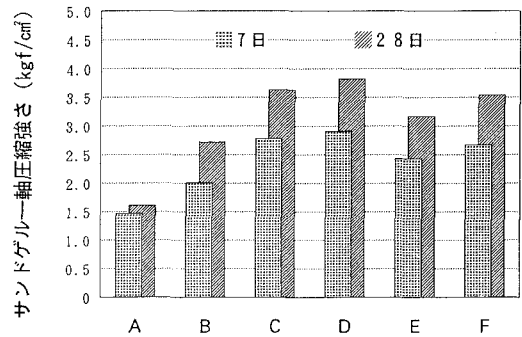


図-3 注入材のサンドゲルー軸圧縮強さ

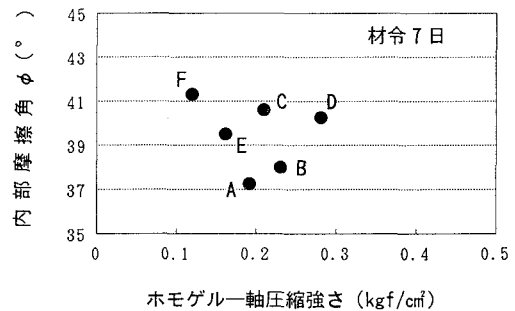


図-5 ホモゲルー軸圧縮強さとサンドゲルの内部摩擦角の関係

5. まとめ

標準砂を用いたサンドゲル力学特性試験の結果、以下のことが明らかとなった。

○水ガラス系注入材は材令7日以後の強度増加がほとんどないが、酸性シリカゾル及び弱アルカリシリカゾルは材令7日以後の強度増加が大きい。

○注入固結体の粘着力は0.7~1.2 kgf/cm²の範囲にあり、ホモゲルー軸圧縮強さの数倍程度の値を示した。

参考文献：1) Munehiko, Kaga; "Estimation of strength of silicate-gruted sand" Soils and Foundations Vol. 31, No. 3, 43-59, JSSMFE