

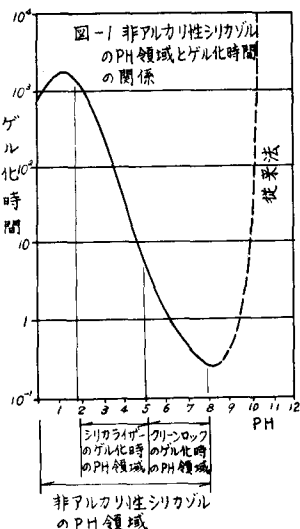
ライト工業株式会社 正会員 ○島田俊介

西田紘一

村瀬俊彰

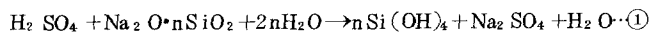
まえがき

水ガラスの等電点は弱アルカリ性付近にあり従来の無機系反応剤を用いた水ガラスグラウトは、酸や金属塩を加える事によって生ずるアリカリ領域のゲル化を応用したものであり、ゲル化が不安定でかつ長いゲル化時間で高強度を期待出来ないという欠点や、未反応アルカリによる地下水のPH変化の問題がある。これらの問題を解決するために酸性反応剤水溶液中に水ガラスを加えて水ガラス中のアルカリを除去して得られた非アルカリ性シリカゾルを用いたグラウトが近年開発された。このグラウトはゲル化時間は短く強度はそれ程高くないが従来の無機系水ガラス程度の強度は期待出来る中性領域のグラウト（クリーンロック）と長いゲル化時間で高い強度が得られる酸性領域グラウト（シリカライザー）に分類出来る（図-1）。前者はそれ自体中性であるが故に地下水のPH変動は全く問題にならない。本報告書は特に後者に関するもので酸性領域のシリカゾルを注入するグラウトが実質的には地下水のPH値に殆ど影響を与えない点、並びに前処理に用いるセメントグラウトとの相互作用による併用効果を中心にしてそのグラウト特性について論じたものである。

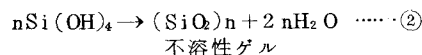


## 1 原理

非アルカリ性シリカゾルは、硫酸の希釈水溶液中に水ガラスを加えて得られる。この配合液は式-①に示すように珪酸モノマー水溶液からなり、図-1に示すように遅かれ早かれ必ずゲル化する特性を有するが、PH 1付近で最も安定しており、PHが2よりも大きくなるにつれてゲル化が急速に進行する。そして珪酸モノマーは時間と共に重合して分子量が増大してゾル状になり、最終的にはゲル化に至る。（式-②）



注 入 液



不溶性ゲル

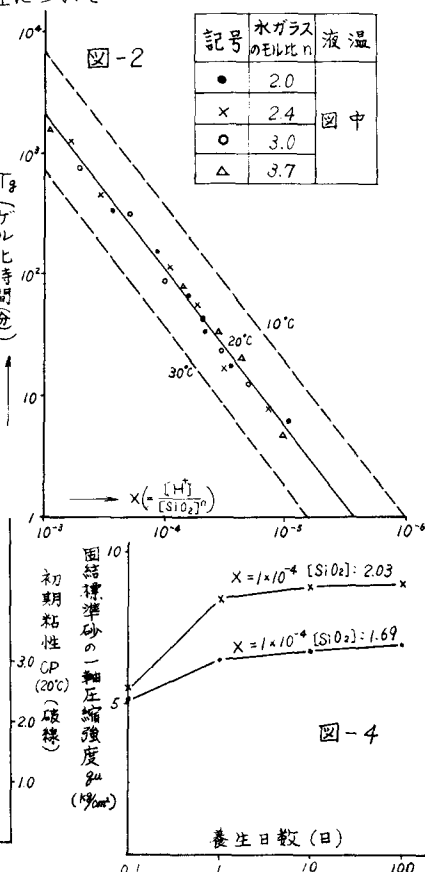
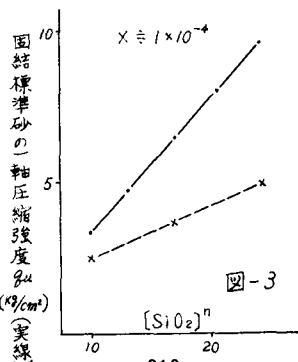
2. ゲル化時間に影響を及ぼす要因  
非アルカリ性シリカゾルのゲル化時間(Tg分)は実験結果（図-2）よりXの関数として表わせる。（式-③④）

$$\text{Tg} = a \cdot \text{X}^b \quad \text{③}$$

$$\text{X} = \frac{[\text{H}^+]}{[\text{SiO}_2]^n} \quad \text{④}$$

但し、 $[\text{H}^+]$ ：水素イオンのモル濃度

n：水ガラスのモル比



〔 $\text{SiO}_2$ 〕：二酸化珪素のモル濃度  $b$  (定数)  $\div 1.2$

$a$  : 液温によって変わる定数

$a \div 4 \times 10^6$  (30℃)  $\sim 1.36 \times 10^7$  (20℃)  $\sim 5 \times 10^7$  (10℃)

3 強度と粘度特性 図-3 図-4 参照

4 地下水のPH値に対する影響

PHが酸性値(2.9並びに3.9)を呈する配合液で固化したサンドゲルをサンドゲルの $\alpha$ 倍の体積の養生水中に養生し、その養生水を交換することなしにPHの経時変化を測定した。(図-5.6)これより、それ自体酸性値を呈するシリカゾルを注入しても地下水は時間と共に急速に中性方向に移行し、排水の水質基準内におさまる事が判る。この事は酸性シリカゾルのゲル化はみかけのPH値に依存し、ゲル化が生じたのちもゲルの構造内部の中和反応は進行し、最終的には中性領域に至る事を示している。

5 セメントベントナイトグラウトとの併用効果

セメントベントナイト(CB)を注入した後、酸性シリカゾルを注入した場合の挙動を知るために、シンダー内に $\phi 2\text{mm}$ 以内にくだいたCB固結塊を填充しシリカゾルを何回かに分けて流下せしめてゲル化時間を測定した(図-7)。この結果よりCBが浸透している粗い層ではシリカゾルのゲル化は加速され、セメントの浸透し得ない細い層ではゲル化時間の長いグラウトが浸透しうる事が推定出来る。

6 トンネル切羽の固結状況

上越新幹線中山トンネル高山工区にてセメントベントナイトを注入してのち、酸性シリカゾルを注入した。写真-1は固結したドライな状態の切羽の堀削面を示す。

7 むすび

酸性シリカゾルは長いゲル化時間で高強度を得る事が出来るのみならず、それ自体酸性でも注入地盤のPHに殆んど影響しないので環境保全の面からもすぐれている。酸性シリカゾルの注入に先立ってセメントグラウトを注入する事はゲル化を促進せしめ、粗い層からの注入液の逸脱防止に効果的である。

引用文献 1) 島田俊介 兼松陽「最新の地盤注入工法」 理工図書

