

東京大学生産技術研究所 正員 今村 芳徳
同 上 正員 佐藤 剛司
同 上 正員 下田 一雄

1. まえがき

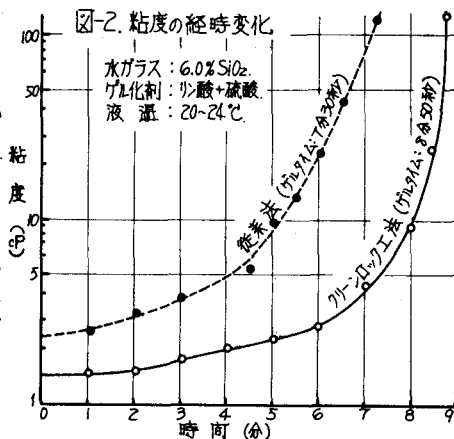
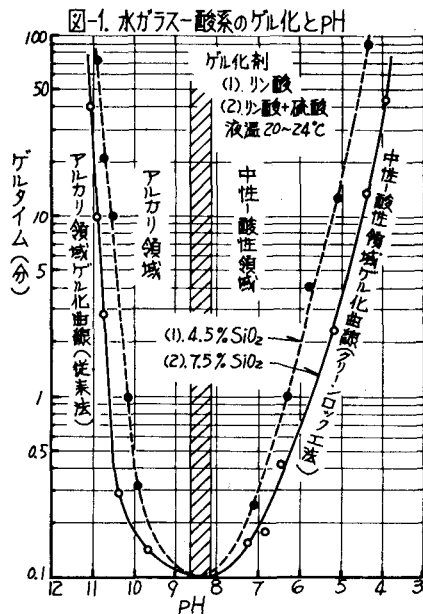
薬液注入工法は種々の建設工事において欠くことのできない工法として広範囲に利用されているが、最近建設公営的に問題となり、薬液の厳しい規制が行われ、現在使用できる薬液は劇物および弗化物を含まない水ガラス系薬液のみが認められている。しかしその水ガラス系薬液においても従来のゲル化機構は、アルカリ領域内で固結化しているためにアルカリにかかわる種々の公害的要素(土壌および地下水のアルカリ汚染に起因するもの)を含んでいるが、今回従来と同じ水ガラスを用いて、その固結化がほぼ中性領域において可能であるとともに、注入工法的諸条件をも備えに全く新しい注入工法(クリーンロック工法)を開発した。以下にこの基礎的研究結果のオー報を報告する。

2. 「クリーンロック工法」のゲル化機構とその特徴

水ガラスのゲル化剤は、一般に酸性液剤(無機、有機酸とこれらの塩類)およびアルカリ剤(セメント、石灰、アルミン酸ソーダ等)が用いられている。本工法は、塩化カルシウム、硫酸バン土等のような水ガラスと瞬時にゲル化するもの以外のもので、ゲルタイムの調整が可能な酸性液剤を使用する。これらの水ガラス水溶液と酸を組合せたゲル化機構は図-1に示すように、水ガラスに酸を添加するとPHが低下してゲル化能力(ゾル→ゲル)が与えられ、その反応度はゲル化で示される。また酸の増加とともにこの反応時間が短くなり瞬結状態でゲル化する。さらに酸を添加すると再びゲル化時間は長くなり放物線に似たゲル化曲線が得られる。このゲル化曲線の中心点すなわち瞬結ゲル化状態の範囲(以下臨界PH値と呼ぶ)は水ガラス濃度、酸の種類により若干異なるが、本工法で使用する施工条件ではPH 8~9の範囲である。臨界PH値よりアルカリ側の領域を「アルカリ領域」、酸性側の領域を「中性-酸性領域」とすると、クリーンロック工法はこの中性-酸性領域内でゲル化させるものである。またこの施工条件としては、現場で容易にゲルタイムの調節が可能であること、高水ガラス濃度でもゲル化剤と容易に混合すること等の酸性液剤が必要であるが、本工法で使用する酸性液剤はこれらの条件を備えている。

3. 実験概要

この実験は、注入剤としての基礎的諸時性を明らかにするものとして、配合液とそのホモゲル、サンドゲルの性状を従来の工法と比較しながら行った。実験に用いた薬剤は表-1に示すとおりである。配合方法はホモゲルの場合、水ガラス水溶液と酸性液剤(表-1に示す液をさらに水で希釈したもの)を等量配合とし



及び、こ

のときの

水ガラス

濃度は配

合原液中

に含まれる無水珪酸

(SiO_2) の重量%

で示した。サン

ドゲルは標準砂を用いて表-2中に示す配合液と混合

締固めて24時間養生後に脱離した固結砂をサンドゲ

ル供試体とした。

4. 実験結果とその考察

水ガラス-酸系のゲル化とpHの関係を図-1に示し、配合液の

粘度の経時変化を図-2に示した。図-3は水ガラスとゲル化剤

を30秒間混合後、水で希釈した場合のゲルタイムの遅延とゲル

化能力を示し、図-4にはゲル化1時間後に10倍の水中に小片

化して投入してゲル化物からの溶脱によるpHの変化を示した。ま

たサンドゲルの強さと耐水性(耐久性)の関係を表-2に示した。

本工法におけるゲル化のpHは、図-1に示すように実際の現場

で最も多く扱われている1~3分のゲルタイムではpH5.5~6.5

であり、通常中性(飲料水ではpH5.8~8.6)といわれる範囲で

ゲル化するため、従来の方法におけるpH11前後と比較してアル

カリ汚染等の公害的要因は除去できる。また希釈に対しても図-3

に示すように、従来の方法では地盤に注入されて2~3倍の水で

希釈された場合にゲルタイムは極端に長くなり、さらに希釈され

ると全くゲル化をせず、アルカリの拡散は免れない。また図-4

に示すように完全にゲル化したものからも相当量のアルカリの溶

脱を伴うが、本工法では希釈水量に異ならずゲル化(一定量

以上の希釈水に対しては全量固結しないが珪酸ゲルは析出し

てくるため水中に珪酸イオンはほとんど無くなる)し、ゲル

タイムの遅延も従来法にくらべ小さく、ゲル化物からの溶

脱もゲル化時のpHより中性に近づく。配合液の粘性も図-2

に示すように、従来法より低く、経時変化も優れている。さ

らにサンドゲルの強さも表-2に示すように、従来の方法に

くらべて大きく、時に耐水安定性が良い傾向を示している。

5. あとがき

クリーンロック工法は、従来の方法と全く同じ水ガラスを主剤としながら、中性-酸性領域でゲル化させるた

めにアルカリ汚染による公害的問題を解決するとともに、希釈水によるゲルタイムの遅延が小さくゲル化能力が

良い、低粘性のため浸透性が良い、強さと耐水安定性が良いなど多くの優れた特性を持った薬液であることが

実証できた。今後はさらに室内注入実験と現場注入実験などにより、公害要因の追求を継続して行ない、次第で

報告する予定である。

(注) 1) 薬液注入工法の施工に関する暫定指針

表-1. 実験に用いた薬剤

水ガラス	市販3号(Na_2O 9~10%, SiO_2 28~30%)
酸性	容量で50%に希釈したもの
液剤	リン酸25%, 硫酸12.5%希釈混合したもの

(注) リン酸、硫酸は試薬級を用いた。

表-2. サンドゲルの強度と耐水性

ゲル化方法	配合		液温(℃)	圧入速度(分)	一軸圧縮強度(kg/cm^2)				
	水ガラス(%)	ゲル化剤(%)			1日	3日	7日	14日	28日
クリーンロック工法	20:80	7:93	20~24	3	1.5	1.9	2.1	2.3	2.1
	40:60	18:82	"	10	3.4	3.8	4.1	4.5	4.7
従来法	20:80	8:92	"	2	1.3	0.9	0.5	***	***
	40:60	9:91	"	8	1.7	1.3	1.0	0.9	0.6
	70:30	9.5:90.5	"	6	2.5	1.9	1.3	1.1	0.9

(注) * ゲル化剤(硫酸12.5%, リン酸25.0%, 水62.5%)

*** 供試体の変形(角がとれる)し、測定不能。

