

トンネルの防水工法としての薬液注入

建設省関門国道工事事務所

佐友 彰 ○桑 田 博文

〔I〕. 緒 言

注入はトンネルの施工において軟弱地帯の固結、湧水止めに有効な工法であつて、従来用いられているセメント注入ではセメントそのものは安定した注入剤であるが細い空隙に入りにくい欠点がある。これに代つて珪酸ソーダと塩化カルシウム、硫酸アルミニウム又最近では東大丸安教授によるアルミン酸ソーダの添加による方法などが用いられている。後者の配合及こルが適用の二三例については土木学会誌に既に発表されているが次のような欠点がある。

- (1). 40分以上の凝固時間になるような配合では固結物の強度が極めて小さい。
- (2). 苛性ソーダを使うことは実際の取扱い、機械への障害など不都合な点がある。
- (3). 固結物が肝日の経過（10日以上）と共に崩壊を示し不安定である。

こうした点から関門国道トンネルへの应用到に考慮を要するものであり、こ
らるるさける爲に研究の結果珪酸ソーダに添加剤として珪弗化ソーダ及重曹
を加えると、その配合の調節で凝固時間、強度等が自由に要求に合致するも
のが得られることがわかつた。

〔II〕薬液の配合と凝固時間

- (1). (珪酸ソーダ) + (珪弗化ソーダ)
 Na_2SiO_3 Na_2SiF_6

- イ). 珪弗化ソーダの添加量が大となると時間が短縮される。
- ロ). 珪酸ソーダの濃度が小さいと時間が延長される。
- ハ). 液温が高いと時間が短縮される。

- (2). (珪酸ソーダ) + (珪弗化ソーダ) + (重炭酸ソーダ)
 Na_2SiO_3 Na_2SiF_6 $NaHCO_3$

1. 珪弗化ソーダ量と凝固時間との関係

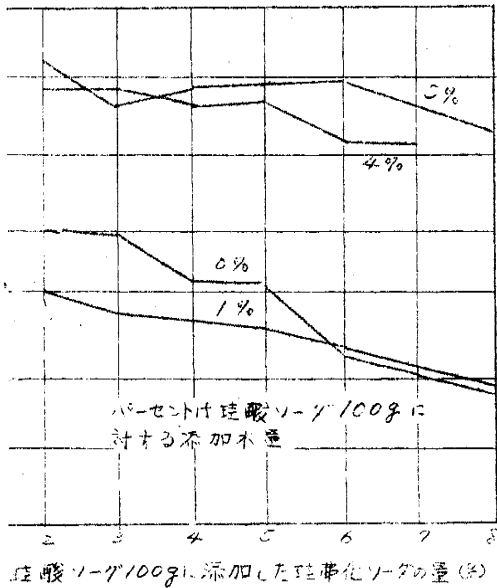


図-2 液温と凝固時間との関係

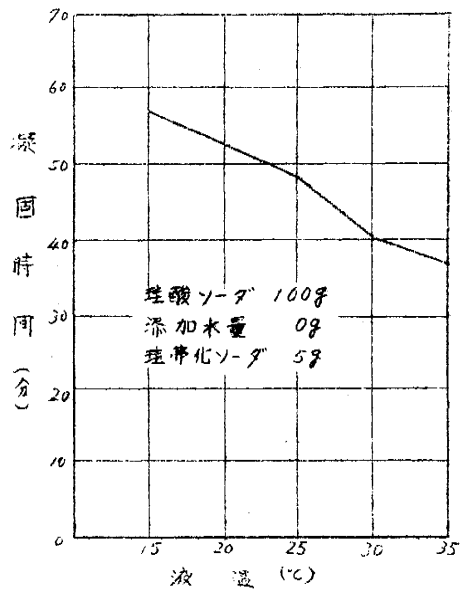


図-3 重曹液の濃度と凝固時間

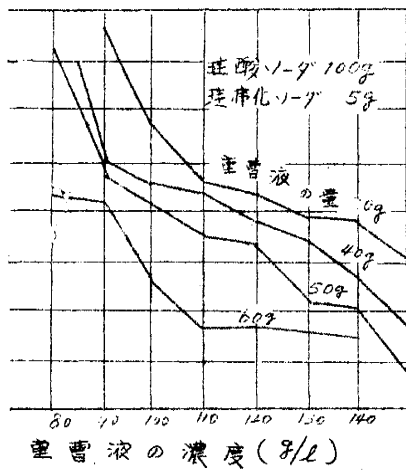
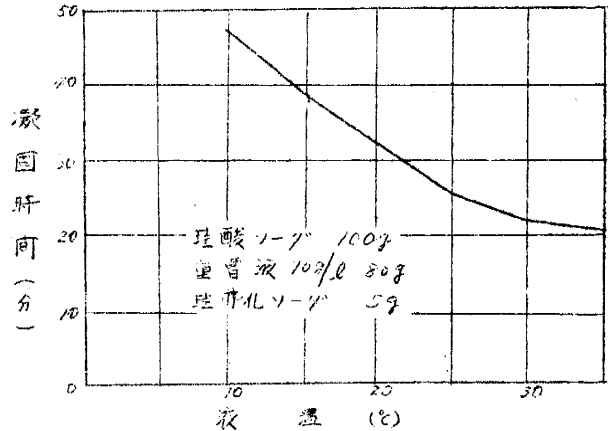


図-4 液温と凝固時間との関係



(3). 結 論、珪弗化ソーダ添加だけでは反応に時間がかかり、価格が高くなる。更に重曹を加える配合は時間の長短加減が自由であり、又固結物も安定で有利である。

(Ⅳ). 固結物の強度、セメント試験の中のモルタル試験と同じ方法で供試体を

(標準砂 1200 gr と薬液 600 gr の配合) 夫々 3 個作製試験した。

(1). (珪酸ソーダ) + (珪弗化ソーダ)

図-5 珪弗化ソーダの添加量と圧縮強度との関係

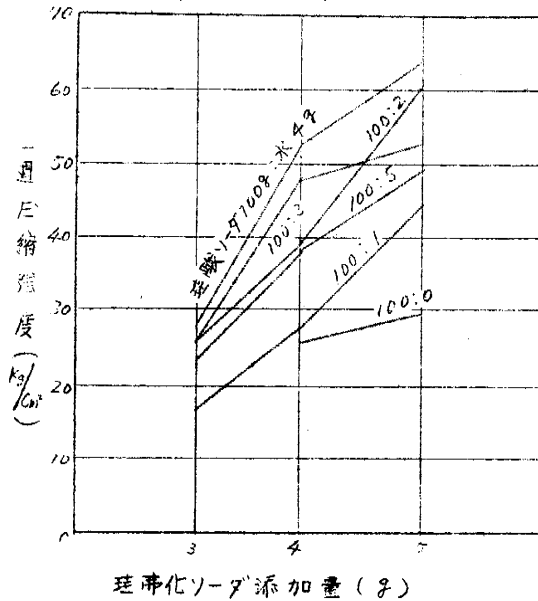
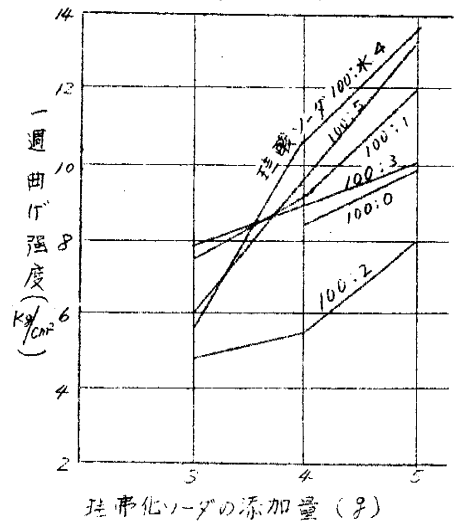


図-6 珪弗化ソーダの添加量と曲げ強度との関係



(2). (珪酸ソーダ) + (珪弗化ソーダ) + (重炭酸ソーダ)

図-7 重曹液の量と圧縮強度との関係

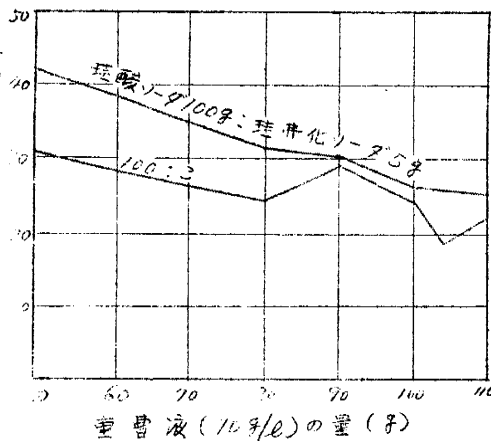
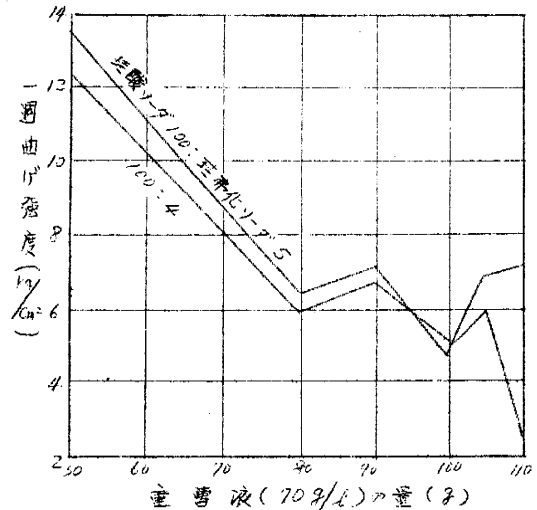


図-8 重曹液の量と曲げ強度との関係



3). 結論、両者共圧縮強度は7日で $30 \sim 60 \text{ kg/cm}^2$ 曲げ強度 $5 \sim 10 \text{ kg/cm}^2$
(28)

の値を示し注入固結剤としては従来のものに比べて優るとも遜色がない。

{IV} 固結物が海水及び淡水より受ける影響

(1). 海 水

(2). 淡 水

(3). 結 論、三者を混合したものは海水、淡水の影響を受けている。

{V} トンネル防水の施工例

(1) 配 合、珪酸ソーダ 100gr (宇部曹達、3号品 $Na_2O \cdot 3SiO_2$) 重曹液 (90gr/l) 50gr、珪弗化ソーダ 5gr、凝固時間 45分、圧縮強度 40 kg/cm^2

(2). 個 所、下開豎坑より海底部 303.4^m ~ 310.9^m アーチコンクリートの漏水箇所。

(3). 注入作業、注入機として二所製型フレンジャ-ポンプ ($0.06 \text{ m}^3/\text{min}$ 7.5HP) を用い、ミキサー1両量として珪酸ソーダ 26kg、珪弗化ソーダ 1.315kg、重曹 1.22kg、水 13.7kg を水、重曹、珪弗化ソーダ、珪酸ソーダの順序で混合した。注入圧は $4 \sim 5 \text{ kg/cm}^2$ の範囲にとどめた。現場で凝固時間を測定したところ平均 40分を示した。又注入前に注入空隙量を 8.7 m^3 予定したが実際の注入量は延べ 29.5 時間で 7.01 m^3 であった。

(4). 注入後の状況、注入前覆工コンクリート全面にしみついているものの外に、はっきり漏水が認められた個所が5ヶ所あり、注入前の漏水量 358 Lt/10分 であったものが注入後 0.145 Lt/10分 に減少した。先にセメント注入でどうしても漏水防止が出来なかったものに対して明らかに効果が認められた。

{VI} 結 語、以上のように此の薬液は固結物そのものの強度安定性は完全であり、作業も容易で注入効果は従来のものに比べて優れ且つ工費も比較的安価である。今後各種防水工に対して推奨に値するものと信ずる。

最後に薬液の配合についての基礎研究に御指導をいただいた宇部曹達研究課長石川良夫氏に謝意を表し、更に此の薬液についてハイドロック永防工法として同氏より特許を申請中であることを附け加えておく。

砂の表面乾燥飽和状態について

九州大学 篠原 謹 両 ○華 慶 治

コンクリートの配合を示す場合に、骨材の重量は表面乾燥飽和状態のもので表わすことになっている。コンクリートの作業現場で出来るだけ均質なコンクリートをつくる爲には、骨材殊に砂の含水量に対する補正を嚴重に行わねばならないといわれている。しかし、含水量をいくら頻繁に測定しても、管理すべき水量は表面水量であるから、吸水量が変化すれば適切な補正を行うことは出来ない。砂の吸水量を求めるには表乾状態を規定する必要がある。日本のコンクリート標準試験法(JISA 1109)ではコーン法によって表乾燥状態を求めることにきつてある。これはA. S. T. M.の方法を採用したものと思われる。もし、コーン法によつて定められる吸水量が定義通りの表乾状態を表わす爲めの水量であるならば、砂はこの含水量附近で土質力学的な性質に特異性を示すものと考えられる。私共は四つの簡単な方法で力学的性質をしらべたが、特異性を発見することが出来なかつた。このようなことからコーン法による表乾燥状態は定義通りの状態ではなく、一つの便宜的な規約と考えられる。このことは、コーン法の京論文の討義にも指摘されている。従つてコンクリートの配合の管理において、含水量の変動の問題は、表面状態を基準とする表面水量の変動よりも、含水量の中、コンクリートの練り混ぜ、強度の発生増進に關する水量がどの位あつて、それが含水量の変動に伴つて(この場合砂の粒度等の変動による影響をも含めて)どのように変わるかということの方が一層本質的であり、今後研究を要する問題と考えられる