

ずい道の裏込注入について

金沢鉄道管理局

正員 坂本 貞 雄

1. 序

ずい道工事でアーチ覆工を施す際入念にしても地山との間に隙間を残さない様にする事は困難である。一般には何うしても相当の隙間が残りがちであつて、長年月の間には或はずい道上部の地山を弛める事により、或いは側圧により覆工に亀裂を生じ更に変状、崩壊するものが多いと思はれる。従来の巻尊の算定には土圧が全面的に強大で然も左右対称に加はるものとの仮定をよく用いたが、實際に加はる荷重は小さな偏荷重と思はれる場合が多い。裏込めがない場合覆工は弱いものであつて楔形(仰拱覆工を含まず)を造つても丁寧に取扱はないと簡単にこわれる程である。覆工を丈夫にするには裏込めを充分にし然も地山と密着さす事が必要であつてモルタル等を注入する工法が用いられている。国鉄でモルタル注入を全面的に用いた例は昭ノ9, 8号成した関門ずい道である。今迄使用された注入モルタルの配合は強度の異なりも作業がし易い莫に重さが違かれ1:1 ~ 1:3程度の比較的富配合であつたが、今度昭26, 8号成した国鉄小十谷発電所の水路ずい道(断面は高さ中央7mの馬蹄形、延長15, 6 Km)では1:7の貧配合を採用し資節約をはかつたので、この配合決定までのいきさつ、注入計画、注入量、及注入歩掛の実績につき述べる。

2. 配合決定試験

(1) 配合決定までのいきさつ

注入モルタルの配合は注入し易い事に重きを置き今迄比較的富配合が用いられていたが、若しモルタルの分離を防ぎ得れば貧配合にし得ると思ひつき、最初砂と同比重のセメントを試作し注入してみた。然し試験の進むに従ひ注入作業は甚だむづかしいのは配合如何よりも案外砂利其他夾雑物が不注真に混入するためである事がわかつた。砂のフルイ分けを完全にすると案外富配合まで注入可能で、余り貧配合にすると逆に強度不足となつたので、輕比重セメントの使用は放棄した。次にビンゾール樹脂を混入してみた。之れを入れると粘性を増したが特に混入の利便を窺見する事が出来なかつた。

水セメント比の異なる場合ビンゾール樹脂の効果は余りない様と思はれた。

そこで結局普通セメントを使用し注入可能な範囲内で然も地山と同強度を有する最貧配合を求めた。

(2) 注入可能な範囲の配合

カンフ、ミキサを使用しずい道に實際注入する事により注入可能な配合の限度を求めた。

配合は1:5より始め、1:7、1:5、1:7、1:5 という様に各回毎に1:5に多少しずら漸次貧配合にして1:15まで逐し再び同様な方法で1:5までとした。然して各配合決り5バツタを行つた。この様な試験方法を採用したのは注入箇所の状態の変態による注入の難易と、配合の変化による注入の難易との混同を防ごうとしたためである。図一は概フルイをふるひ分けた砂を用いて以上の試験を行つた実績である。図中にある水注入とは注入管がつまつた時行つた水のみ注入の事である。

この試験で1:15までは注入可能と思はれた。尚砂のみの注入は再三試みたが失敗した。

(3) 地山と同強度の配合

注入モルタルの強度は地山と同強度以上にする必要がある。

地山は第三紀層の土丹、砂利、砂の互層なのでモルタルの圧縮強度は $\sigma_{28} = 10 \text{ kg/cm}^2$ と仮定した。

スランブは 25 cm とし長さ 5 m 勾配 $1/3$ 割の法面に樋を置き之にモルタルを流し込み分洩を起させ之を下端でうけて供試体をつくった。強度試験の結果は表 - 1 である。

表 - 1

配 合	セメント量 (kg/m^3)	水セメント比 (%)	圧縮強度 σ_f (kg/cm^2)
1 : 5	280	175	15.6
1 : 7	210	250	5.5
1 : 9	165	320	2.4

σ_{28} は σ_f の 2 倍と仮定すると、配合 $1:7$ は $\sigma_{28} = 11 \text{ kg/cm}^2$ となるので地山と同強度の配合は少なくとも $1:7$ が必要である。

(4) 決定 配 合

注入可能な範囲の配合は $1:15$ までであるが地山と同強度の配合は $1:7$ を必要としたので容積比 $1:7$ 、水セメント比 250% 、セメント量 210 kg/m^3 の配合を採用した。

3. 注 入 計 画

(1) 予定注入量

注入量は地質並に低く、覆互の施工法による影響が大きいので予め見当つけ難いが、アーチ覆互の上都半分に 20 cm の隙間があるものとして算出した道延長 1 m 当り 1.3 m^3 とした。

(2) 注 入 孔

注入孔はアーチ覆互の上部に設け、すい道延長 1.5 m 毎に 1 箇所とし半島に配置した。(図-2 参照)。注入管には $2"$ のガス管を用ひ覆互コンクリート施工の際ソケットをつけて予め埋込んだ。

4. 注 入 実 績

総注入量は $24,000 \text{ m}^3$ ですい道延長 1 m 当りの注入量は $1.04 \sim 2.12 \text{ m}^3$ 、平均 1.54 m^3 であった。カニフ・ミキサ1台8時間当りの施工量は16作業箇所各々の平均は $8.2 \sim 15.4 \text{ m}^3$ 、その総平均は 11.0 m^3 、最大施工量は 28.0 m^3 であった。注入モルタル 1 m^3 当りの歩掛実績(国鉄工事区の調査による)は直接歩掛(注入作業、致敷換、欠板穿孔、跡掃除)で $0.36 \sim 0.88$ 人、間接歩掛(砂の運搬及フルイ分け、セメント運搬)で $0.31 \sim 1.02$ 人、合計 $0.69 \sim 1.89$ 人、平均 1.23 人であった。

5. 結 語

新しくすい道を低くする場合も、旧いすい道を補強する場合にも注入工法は有効で将来性のある工法であると思う。然るに今迄の注入作業は作業員の経験に頼り過ぎていたと思はれる。今度の試験及実績で私としては相当な配合の注入が可能だ事を知ったのであるが、独断的な点もあると思うので皆様の御教示、御批判を願いたい。

図 - 1 試験注入

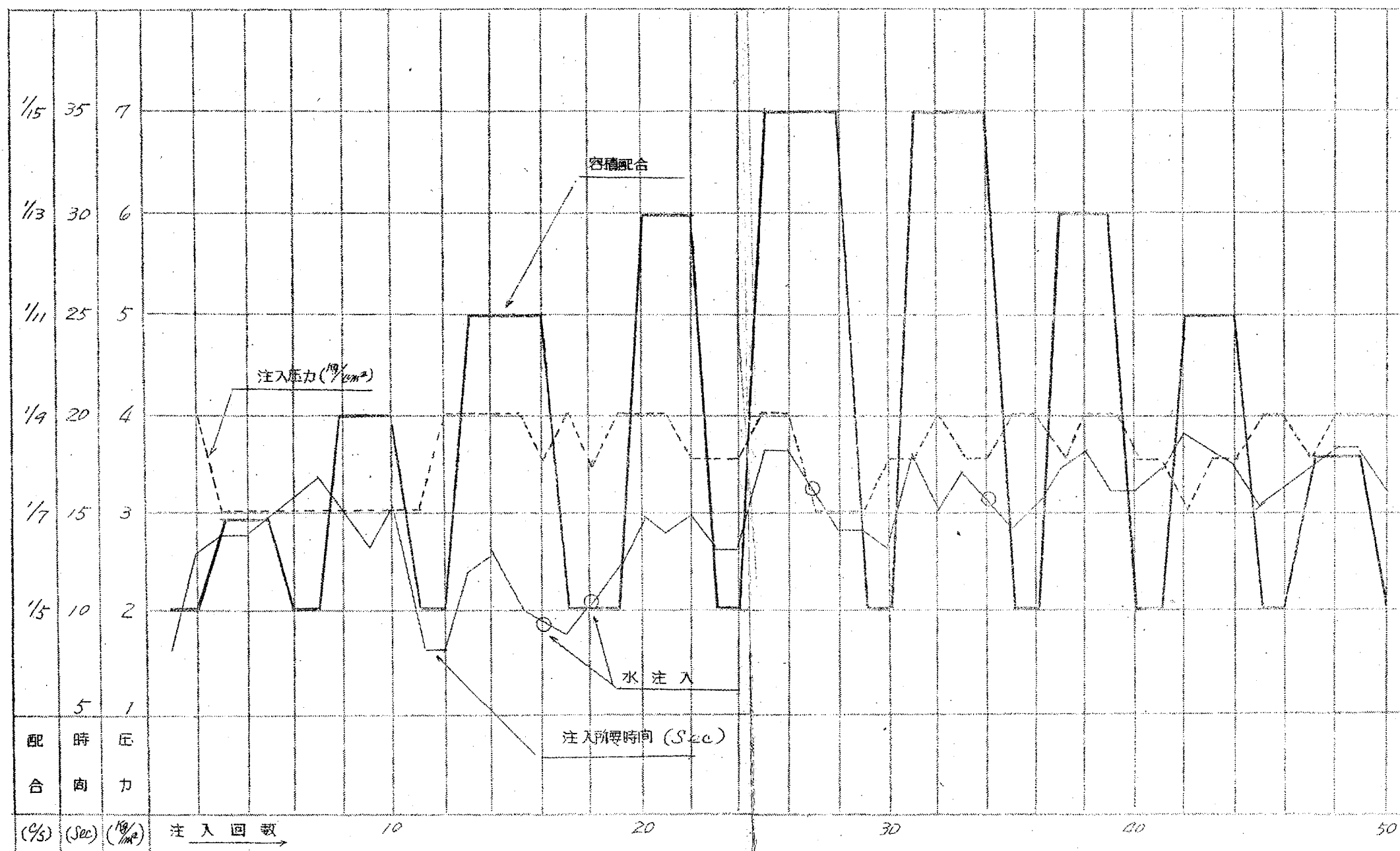


図 - 2 注入孔位置

