

III-31 薬液注入効果の判定について（第4報） — 目標値の設定についての考察 —

前田建設工業(株)技術研究所 永山晃 正〇熊谷浩二 正 大野茂

1. まえがき 薬液注入効果の判定は、現場注入試験など施工管理面において重要な項目ではあるが、まだ確立していないのが現状である。筆者らは、前報^{1),2)}に各種の判定方法について、その実施例や精度の検討結果を報告している。また、これらの検討結果をもとに、判定精度を高めるための方法を別報³⁾で提案した。

本報では、方法論とともに精度向上に不可欠な注入効果の目標値の設定に関する検討を試みた。つまり、シールド工事において実施した薬液注入で、施工方法による注入効果の差が観察されたため、採取試料の土質試験結果および注入圧状況の比較を行い、若干の考察を加えてみた。

2. 地盤および施工の概要 注入対象は、GL. -8m, N値40程度の細砂層である。粒度分布は、礫分0~3.5%, 砂分94.6~99.2%, シルト分以下0.8~2.0%, 均等係数1.4~1.8である。注入諸元は、現場注入試験および隣接工区の実績をもとに、表-1のように設定している。なお、施工においては現場条件の制約のため、図-1の路上注入および図-2の坑内注入の2方法で実施している。

3. 試験概要 注入区間は、注入効果が所定の目的を達し、安全な掘進作業ができた。そして、目視観察で、路上・坑内両注入区間とも同様に切羽湧水はほとんどないこと、および坑内注入区間の切羽の固結度が大きいことが認められた。本報では、この注入効果の差をふまえて、次の項目を検討する。1)切羽のブロックサンプリング試料による一軸圧縮試験 2)同様試料による透水試験 3)注入管理チャートの注入圧。

4. 試験結果と考察 1)一軸圧縮試験 二重管ロッド工法では、浸透注入と脈状注入が同時に、かつ微細に生じ、 $\phi 50 \times 100 \text{ mm}$ 程度の供試体には、不規則な脈状部分が多数存在し、試験値はばらつくことになる。^{4),5)}採取試料の試験結果を図-3に示す。路上注入では $1.5 \sim 5.1$ (平均 2.9) kgf/cm^2 、坑内注入では $0.8 \sim 8.8$ (平均 3.8) kgf/cm^2 となっている。坑内注入の固結度が大きいという観察結果と、高強度を示す供試体の存在とは、よく一致している。改良地盤全体の把握には、平板載荷試験等のよりマクロな方法が望まれるが、無注入地盤での試験値を得るのが難しい。したがって、現実的にはブロックサンプリング試料の力学試験結果を、室内実験や模型実験結果と結びつけていくことなどが必要と思われる。2)透水試験(変水位) 透水係数は、路上注入で $1 \sim 5 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$ 、坑内注入で $1 \times 10^{-5} \sim 3 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ となってい

表-1 注入諸元

項目	内 容
注入工法	二重管ロッド複合注入工法
注 入 率	40%
使用薬液	溶液型水ガラス系(無機)
ゲル	ショートゲルタイム 6秒
タイム	ミドルゲルタイム 90秒
吐 出 量	8~12 l/min
注 入 圧	4~15 kg/cm^2
注入孔 配置	1.0 m 間隔

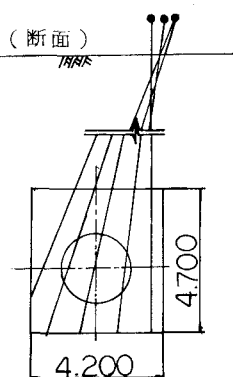


図-1 路上注入

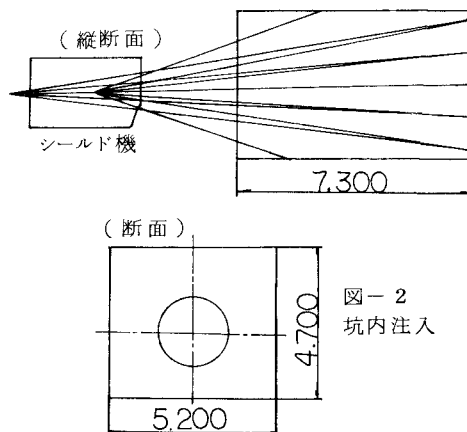


図-2 坑内注入

る。各試料の粒度分布はほぼ同一であり、注入効果の差が表現されているはずである。しかし、この結果は坑内注入による固結度の大きいこと、および路上・坑内両注入とも切羽湧水がなかったことと一致しない。これは、ミクロな室内試験のためであり、原位置試験との併用が必要なことを示している。

3) 注入圧 (全体) 二重管ロッド複合注入工法の注入圧は、ショートゲルタイムおよびミドルゲルタイムとで、おのおの異なる値をとる。しかし、P-Q曲線全体を通しての最高圧と最低圧を見ることは、注入圧状況を概観するのが容易になるとともに、他工法の注入圧⁶⁾との比較も可能となる。路上・坑内両注入ともに、最高圧と最低圧との差が3~5 kgf/cm²の注入孔の割合が60%程度を占め、効果的な注入圧変化と思われる。

4) 注入圧 (ゲルタイム別) 初期圧と注入圧差〔終圧と初期圧の差〕との関係を図-4および5に示す。図-4の路上注入では、ショートゲルタイムの初期圧5~11 kgf/cm²、注入圧差2 kgf/cm²以下が多いのに対し、ミドルゲルタイムの初期圧8~13 kgf/cm²、注入圧差6 kgf/cm²以下となっている。ショートゲルタイムとミドルゲルタイムとでは、傾向に顕著な差がみられ、複合注入工法独得の注入圧状況になっている。この工法では、ショートゲルタイムの注入はパッカー効果や粗詰め効果が主体となるためと考えられる。しかし、図-5の坑内注入ではゲルタイムによる違いは明確になっていない。坑内注入の固結度が大きいことと直接結びつけるにはデータが少ないが、このように注入圧状況の差が表現されており、注目に値する。

5. あとがき 薬液注入によるシールド切羽の固結度の大小という目視観察結果が、土質試験結果や注入圧状況にどう表現されるかを検討し、注入効果を一・二の目標値で表現するのは適当でないことを示した。薬液注入効果の目標値の設定にあたっては、注入効果の発揮されている地盤の試験値と、無注入地盤や注入効果の劣る地盤での試験値との比較検討が望ましい。しかし、無注入地盤などでは、各種の試験が困難な場合が多い。したがって、今回のような注入効果の差を持ったデータの積み重ねが、現状での有効な方法のひとつと思われる。

参考文献 1) 神藤, 熊谷: 各種試験による薬液注入効果の測定例, 第5回関東支部, S 5 3. 2) 永山, 熊谷, 大野: 薬液注入効果の判定について (第1~3報), 第6~8回関東支部, S 5 4~5 6. 3) 同: 薬液注入効果の判定についての二・三の考察, 第16回土質工学会, S 5 6. 4) 同: 薬液注入固結土の土質試験実施例, 第15回土質工学会, S 5 5. 5) 同: 圧力注入による安定処理土の試験について, 安定処理土の試験法に関するシンポジウム, 土質工学会, S 5 5. 6) 永山, 石沢, 熊谷, 大野: 底盤止水における一般ロッド (1.5 ショット) 工法についての二・三の考察, 前田技術研究所報, Vol. 22, S 5 6.

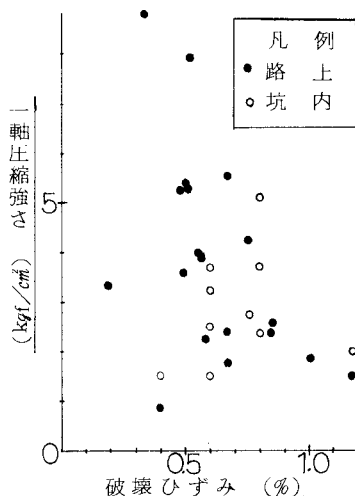


図-3 一軸圧縮試験結果

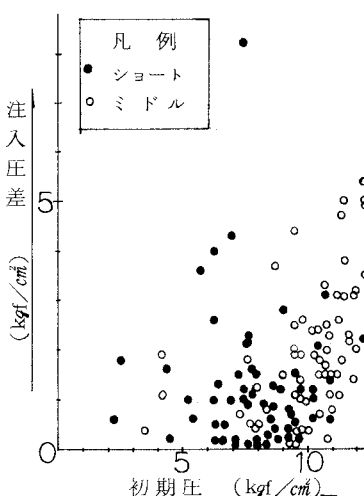


図-4 注入圧差 (路上)

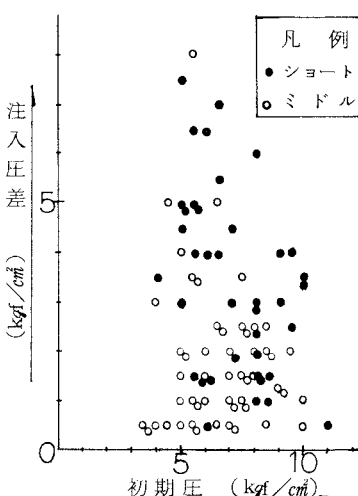


図-5 注入圧差 (坑内)