

東日本旅客鉄道(株)東京工事事務所 正会員 ○ 藤沢 一
 東日本旅客鉄道(株)東京工事事務所 村井 進
 東日本旅客鉄道(株)東京工事事務所 正会員 島本 友正

1. はじめに

線路下地盤を横断する下水道シールドトンネル工事において、切羽防護、並びに軌道変状防止のために薬液注入を行い、注入効果確認のために注入前後で調査ボーリングを行った。今回、その調査のなかで地盤内の注入薬液量とp - tチャートとの関係に着目し、両者の関係について検討したので以下に報告する。

2. 地質概要、及び注入概要

工事概要、及び調査ボーリング位置を図1に示す。地層は上から盛土(厚さ約1.0m)、関東ローム層(厚さ約6.0m、N値≒6)、粘土質シルト層(厚さ約5.0m、N値≒6)、シルト混じり細砂層(厚さ約5.0m、N値≒30)、砂礫層(N値≒30)となっている。透水係数はシルト混じり細砂層が $1.33 \times 10^{-4} \sim 3.00 \times 10^{-3}$ cm/sec、砂礫層が $1.65 \times 10^{-4} \sim 4.74 \times 10^{-3}$ cm/secである。地下水位は地表面下約-10mである。注入は切羽面を門型に囲む形とした。線路横断方向の注入施工延長は、約40mである。注入は地上の線間(線路と線路の間)より主に斜めボーリングを行い、二重管ダブルパッカー工法で行った。注入薬液は、一次注入(ストレーナー管と孔壁との隙間のでん充)にはセメントベントナイトを、二次注入にはシリカライザーを用いた。ゲルタイムは約20分前後である。当初計画した注入率は、注入範囲上部の粘土質シルト層では5%、その下の細砂～砂礫層では25%とした。注入圧の増加に伴う地盤の持ち上がりにより、軌道の変状が予想されたので、二次注入の注入速度は、4～10 l/min範囲内で調整した。軌道の変状を常時監視しながら注入量を調整したことにより、最終的な注入率は当初計画の約7割程度となった。

効果確認のボーリングは、3地点で行った。各地点のボーリングは、図1に示すように2本ずつである。

3. p - tチャート

今回得られたp - tチャートの標準的と思われる記録を図2に示す。1～4ステップは砂～砂礫層における注入である。注入圧は、注入開始において約10～20 kgf/cm²の値を示し、その後は徐々に圧が下がり続けている。その各ステップの最終時の注入圧は約10kgf/cm²前後の値を示している。5、6ステップは、注入範囲

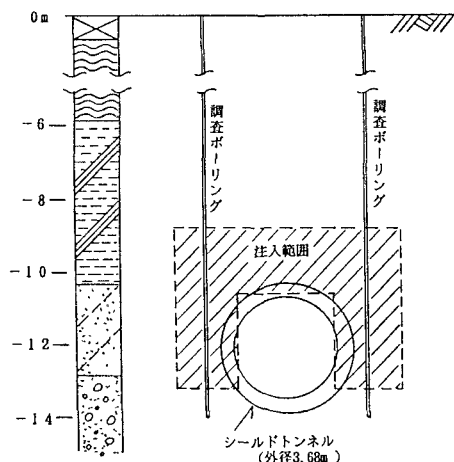


図1 工事概要、及び調査ボーリング

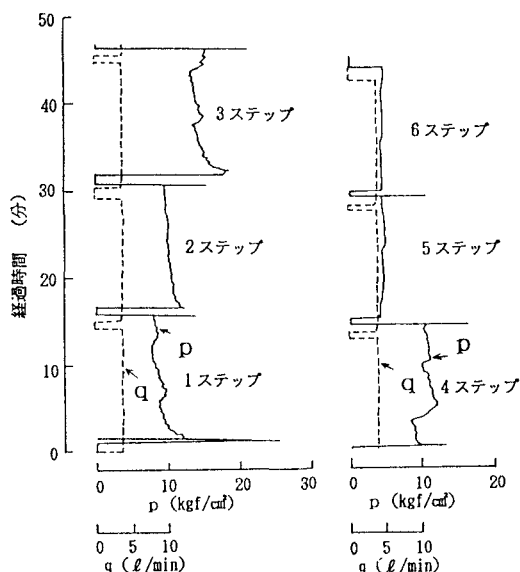


図2 標準的なp - tチャート

上部の粘土質シルト層への注入である。注入圧は、ほぼ一定で4～5 kgf/cm²付近の値を示している。

4. 地盤採取試料の注入薬液量定量分析値

調査ボーリングの採取試料から注入薬液の成分であるシリカ (SiO₂) とナトリウム (Na) を定量分析した。成分の溶脱は水酸化カリウム溶液、シリカはモリブデン黄吸光光度法、ナトリウムはフレイム光度法によった¹⁾。表1に当初計画注入率の7割の注入量の場合のシリカとナトリウムの分析量の計算値を示す。図3に分析値深度分布を示す。注入前と注入後の値を比べると、注入により分析値が多くなっているのが分かる。しかし、計算値と比較すると全体的にかなり小さめの値である。この原因として以下のことが考えられる。試料採取箇所が注入地点から大きく離れた、脈状の薬液の間の位置に相当するような場所になったこと。特に上部の粘土質シルト層は注入率が小さいために、注入箇所の間隔が離れるためにこの傾向は顕著であると思われる。また、分析上では、シリカ、ナトリウムは時間の経過とともに乾燥固結化し結晶質となり、抽出はきわめて困難になる。注入範囲の上部は地下水位はないため、粘土質シルト層においては、この現象は特に顕著ではなかったのではないかと想定される。

5. あとがき

p - t チャートと注入薬液量分析値の両者を比較すると、以下のことが推測される。

粘土質シルト層は、注入圧が低く、圧の変動がない。注入形態としては、注入の初期から割裂しているのではないかと推測される。割裂していれば、脈状部分の箇所の分析値としてかなり大きい値がでると考えられるが、採取試料の観察では、注入薬液の脈状部分も見られなかった。分析値が小さめの値であるのは、試料採取位置の問題と上述したように、地下水位面より上であったための試料の分析上の問題が影響したのではないかと考えられる。

砂、砂礫層は、初期から注入圧は下がる傾向にあるものの、ある程度の圧は維持しているため、注入形態としては、早い時期に割裂が生じた浸透と割裂注入が混在した注入ではないかと推測される。分析値が小さいのは、粘土質シルト層と同様の原因も考えられるが、ゲルタイム等の影響で薬液が注入範囲外に流失している可能性も考えられる。

《参考文献》 藤沢、化学分析による薬液注入の効果確認、日本鉄道施設協会誌、1991、10

表1 シリカ、ナトリウム 計算分析値

	粘土質シルト層 (注入率 3.5%)	砂、砂礫層 (注入率 17.5%)
シリカ	380	1,920
ナトリウム	90	450
(単位:mg/ 湿潤土100g)		

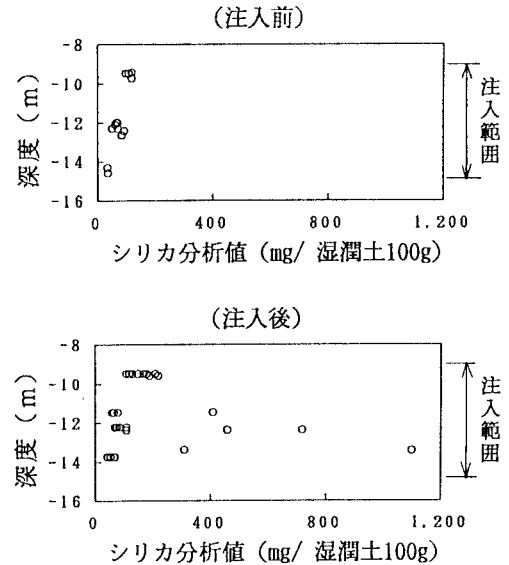


図3 シリカ分析値深度分布

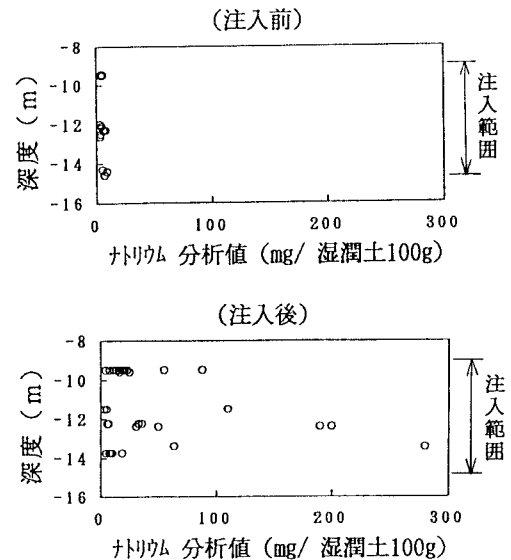


図4 ナトリウム 分析値深度分布図