

併設シールド間の連絡路 (3) 薬液注入管が残置された地中で行う曲線パイプルーフ工

横浜市道路局	入野 克樹
首都高速道路(株)	上村 健太
大成建設(株)	垂 和希
大成建設(株)	正会員 ○新宅 建夫
ライト工業(株)	大槻 正剛

1. はじめに

横浜環状北西線シールドトンネル (φ12.4m L=3850m) にて離隔 6m で併設されたトンネル間を、土被り 37m の深度の上総層群砂岩層 (Ks) にて連結する横坑 (Uターン路 2 箇所) を施工した。内 1 箇所の Uターン路②は、鋼管の防護工であるパイプルーフ工と薬液注入工の補助工にて、地山の崩落を防止し、非開削にてシールドセグメントを切り開いた地下空間の中で横坑の躯体を構築している。本稿では、特に曲線パイプルーフ工 (TULIP 工法) の施工に際し「鋼管を主桁間から発進させるため小口径でなければならないこと」、「薬液注入管が地中に残置された状態」という条件下に対して生じた課題と実施した解決策を報告する。

2. 曲線パイプルーフ概要

本工事でのパイプルーフ工は、曲線鋼管 (φ267.4mm, t=25mm) を掘削断面の上部に布設し、側面には直線のパイプルーフ (φ267.4mm, t=18 mm) を布設するものである。曲線パイプルーフは地山掘削の先端装置にて掘削 (鋼管内を排泥する機構) し、元押し型パイプルーフマシンの W シリンダーにて一定曲率 (R=8500mm) の鋼管を建込推進する形で、シールド間 (L=6m) 上部にアーチ状のパイプルーフ (L=14.5m, n=16 本) を建込むものである (図-2)。

3. 施工条件と課題の整理

本工法の施工においては 2 点の課題があった。

【課題①】薬液注入外管を削りながらの掘削  
地上より行った薬液注入工(ダブルパッカー工法)にて使用した樹脂製の注入外管が掘削断面に多数残置されていた。なお、曲線パイプルーフの施工実績で障害物を切削しながら掘進する事例はこれまで無かった。

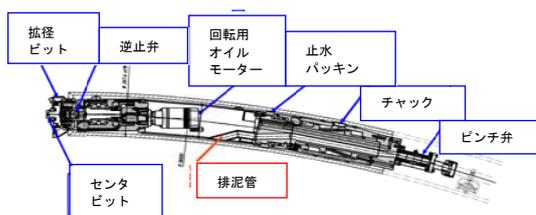


図-2 先端装置詳細図



写真-2 先端装置・マシン

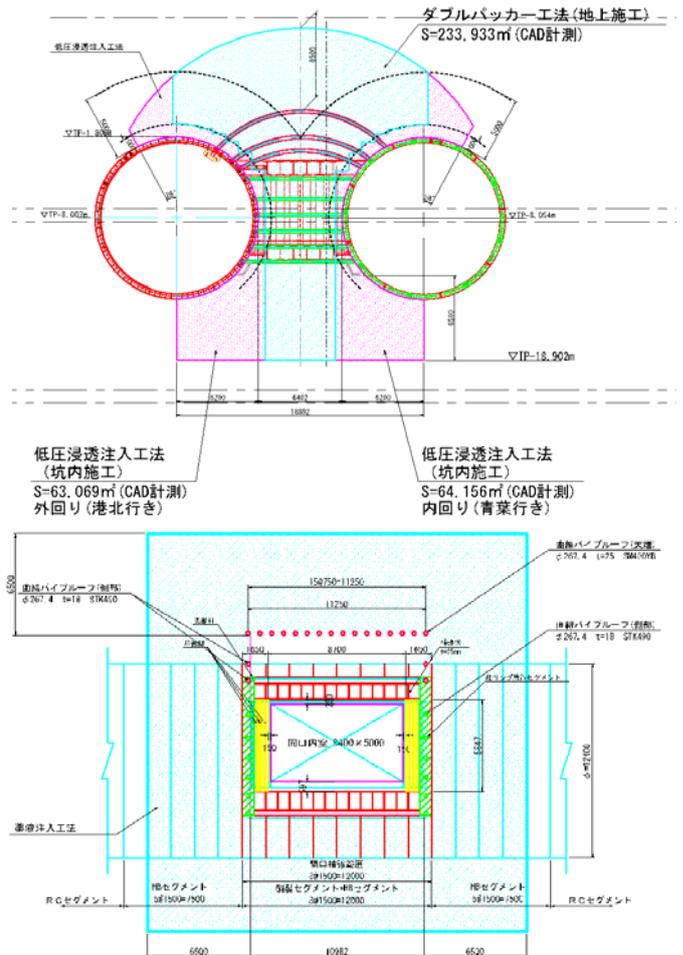


図-1 パイプルーフ・薬液注入工施工図 (縦断・横断面)

キーワード Uターン路, 曲線パイプルーフ, TURIP 工法, 閉塞解除, 年次学術講演会

連絡先 〒220-0012 神奈川県横浜市中区長者町 6 丁目 96 番地 2 大成建設(株)横浜支店 TEL045-232-2811

【課題②】 施工範囲の影響による閉塞

対象地盤が砂層のため鋼管と地山の余掘り部分に掘進スライム（切削された砂）がたまることで鋼管が拘束され、ジャーミング現象が発生し、掘進が出来ない状況が生じた。また、先端装置の排出口がφ34.4mmと狭く、切削された砂は鋼管と先端装置の内側のクリアランスを通り排出口より排出される内返し掘進機構であるため、注入管の破片や薬液注入のサンドゲルが詰まる場合もあった。そのことで、掘削による土砂の排出が出来ず閉塞状態となり掘進速度が著しく落ち、掘進ができない状況となった。このジャーミングや閉塞が発生した場合の手順が確立されていなかった。

4. 課題解決策

上記2点についての解決策をまとめた。

【対策①】 試験施工による先端ビットの選定

注入外管を配置し埋設した模擬地盤（図-3・写真-2）を製作し、事前に試験施工を実施し、障害物の切削状況を、ビット形状を変えながら検証試験施工した。その結果注入外管の切削くずが2~3cm程度のすりつぶされたことが確認できたスポーク形ビットにコンポジット加工したビット

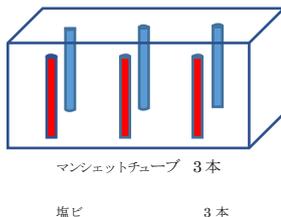


図-3 模擬地盤図



写真-2 模擬地盤

（写真-3）での施工が一番効果的であったことをもとに実施に臨んだ。

【対策②】 閉塞回避事前対策

周面摩擦力の低減対策として、曲線パイプルーフ鋼管の外側（地山と接する面）全面にフリクションカッターを事前に塗布した。さらにオーバーカット量を試験施工時より多くし、（12mm→22mm）対策を図った。

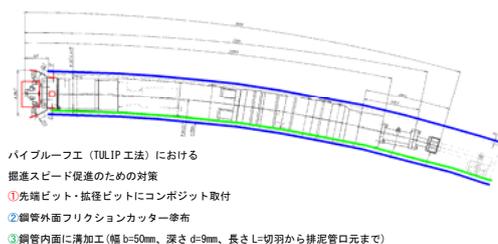


図-4 閉塞回避事前対策図



写真-3 スポーク形加工ビット

【対策③】 閉塞解除対策

閉塞解除フローを図-5にまとめた。鋼管や先端装置に加工を加えること以外に、掘進方法の見直しを図った。具体的には下向き掘削になる際、沈殿物を切羽側にためないように、送水量を増大させ、水よりも比重の大きいベントナイト溶液にて掘進を行うことや、鋼管延長等で掘進停止中にも泥水を循環させるなどを行った。また、トラブル発生時の対応方法を定め、異常が見られた場合に、発生した事象に応じた閉塞解除を行い、推進を実施した（図-5参照）。

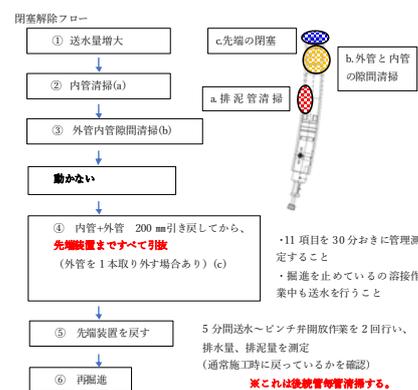


図-5 閉塞解除フロー図

5. おわりに

今回、注入外管の破片やサンドゲルが、排泥管内や鋼管周りに閉塞する等の事象が多く、施工日数は当初想定より大幅に延びた。施工前に注入管の切削試験を行いビットの形状を決め望んだが、実施では試験よりも遭遇した支障物本数が多かったことや、曲線施工のため中盤以降下向き掘削に変わるところで沈殿物が切羽に溜まることにより閉塞するなど、想定外の問題が生じ、その都度対応しながらの施工となった。全16本施工のうち5本目以降は、閉塞解除などトラブル対策を実施することで、薬液注入管が残置された地中においても、曲線パイプルーフを無事施工完了できた。

今後の課題として施工精度の向上する装備や閉塞解除機構を事前に備える等の解決をし、効率の良い施工を目指し、実績を積み上げたい。