

地下水位以下の細砂地盤における SFT 工法について

九鉄工業株式会社 正会員 ○阿部 弘典

1. はじめに

本事業は、平成 25 年度末に完成予定の東九州自動車道日向 I.C.から、国道 10 号線を結ぶ全長約 340m のバイパスを新設するものである。そのうち、JR 日豊本線との立体交差部は SFT (Simple and Face-Less Method Construction of Tunnel) 工法による非開削箱形トンネルを採用している。本稿は、地下水位以下の細砂地盤における箱形ルーフ推進の施工について報告する。

2. 工事概要

函体の外径は幅 25m、高さ 7.7m の矩形断面となっており、推進延長 8.5m、縦断勾配 2.6%である。SFT 工法は函体の外径寸法に合わせ箱型ルーフを全周に配置し、新設する函体と置換する工法である。(図-1)

現地の土質は地表から深度 20m (函体底部から 10m) までは細砂 (透水係数 $3.5 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$, $U_c=1.59 \sim 2.01$) となっている。また、現場は海岸から約 1km の距離にあり、地下水位が高く湧水量も多いのが特徴である。そのため、水平下段部の箱形ルーフ及び垂直部の箱形ルーフの半分は地下水位以下での施工とり、箱形ルーフ推進時の止水対策が必要である。また、函体底部の地盤は液状化の可能性があるため、地盤改良が必要であった。そのため、本現場では立坑築造前に止水対策として溶液型の薬液注入を、液状化対策として懸濁型の薬液注入を、それぞれ二重管ダブルパッカー工法により施工している。(図-2) なお、本現場は軌道に与える影響を極力抑えるため、上部の溶液型、下部の懸濁型の順に注入を行った。

3. 鏡切時の湧水について

箱形ルーフ推進前に、鏡部の鋼矢板を 9 箇所切断し湧水の有無を確認したところ、地下水位以下では湧水が確認された。(写真-1)

要因としては、立坑築造の際にウォータージェット併用工法により鋼矢板の圧入を行ったため、圧入時に鋼矢板周辺の地盤が乱され、薬液注入の改良効果が得られなかった可能性が高い。対策として、鋼矢板背面に再度止水の薬液注入を行ない、開口部からの湧水が止まったことを確認後、鏡切を行った。

キーワード 立体交差, SFT 工法, 箱形ルーフ, 地下水位, 薬液注入

連絡先 〒812-0016 福岡県福岡市博多区博多駅南 6 丁目 3-1 九鉄工業株式会社 TEL 092-441-4243

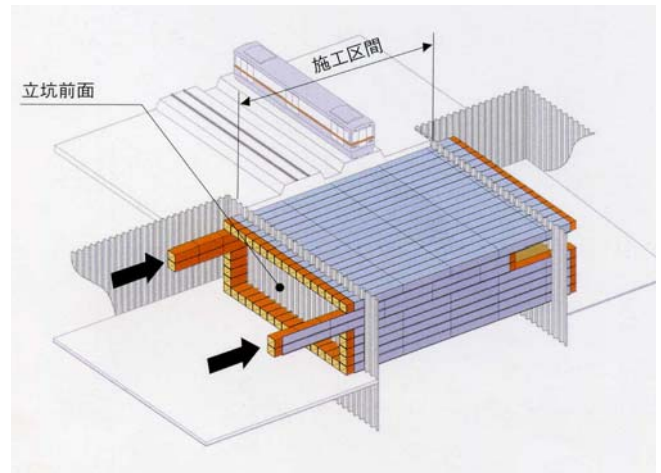


図-1 SFT 工法における箱形ルーフ施工図

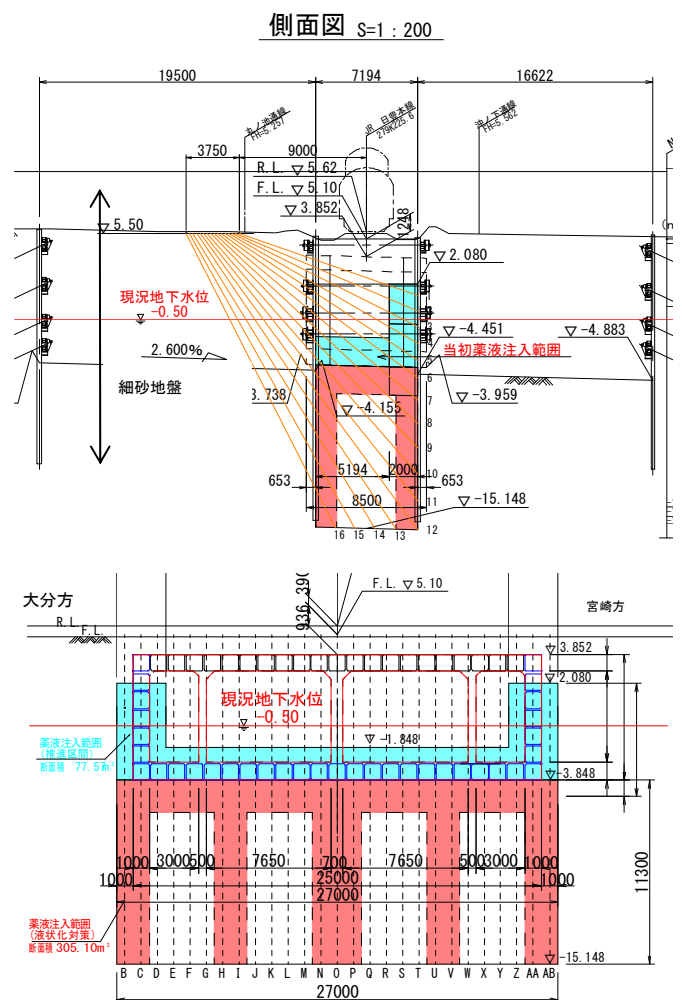


図-2 薬液注入施工概要図

4. 箱型ルーフ推進時の切羽の崩壊

SFT 工法は箱形ルーフの推進精度の確保が重要となるため、推進は全て人力掘削を採用した。地下水位以下に関しては水平下段中央部のルーフ推進時、約 1.5m 推進した時点で湧水により切羽が崩壊し、推進が不可能となった。(写真-2)

主な要因として、以下の3点が考えられる。

- ①止水注入の改良範囲不足
- ②懸濁型による地盤改良
- ③薬液の目詰まりによる浸透性の低下

図-1 によると、鋼矢板背面部は鏡切を行う際の地盤の崩壊を防ぐため、地下水位より上部まで止水対策の改良を行っているが、推進距離 2m 以降の範囲は、ルーフの上部 1m しか改良を行っていない。また、地下水位も改良範囲より高いことから、改良範囲の不足が原因の一つと考えられる。

次に、函体底部は液状化対策としての耐久性が要求されるため、溶液型と比較して耐久性に優れる懸濁型を採用したが、注入形態が割裂注入となり、浸透性が低下することで未改良部が生じ、底部からの湧水が発生したと考えられる。

また、当初の薬液注入施工時には試験施工により効果の確認を行っているが、その際の結果は良好であった。しかしながら、実際に止水効果が得られなかった要因として、地中に含まれるアルカリ成分やカルシウム成分の存在が考えられる。本現場では、立坑掘削時及びルーフ推進時に、地下水位以下では多数の貝殻が含まれていた。また、注入は二重管ダブルパッカーにて施工しているため、スリーブパイプの周囲にはセメントベントナイトが存在する。そのため、貝殻やベントナイトと薬液の中和が促進されることによりゲルタイムが短くなり、部分的に目詰まりを起こし浸透性が低下した可能性が高い。

対策として、当初はディープウェルによる地下水位低下工法を模索したが、周辺地盤に与える影響を考慮し、ルーフ推進時に湧水が発生した場所はピンポイントで補足注入を行い、湧水が止まったことを確認した後にルーフ推進を進めることにした。

5. おわりに

補足注入では二重管ストレーナー工法によりピンポイント注入を行ったが、ルーフ推進を再開した後、50～100cm 推進後に再度湧水が発生し、その都度補足注入を追加するという事象が繰り返し発生した。その結果、地下水位以下のルーフのうち 15 箇所でも補足注入を行うこととなり、全てのルーフ推進が完了するまで、当初予定より 1 ヶ月工程が遅れることになった。

本現場のように地下水位以下における SFT 工法での施工実績は少なく、地盤条件によっては当初想定していた薬液注入による改良効果が得られない可能性もあり、事前に地盤条件に応じた薬液の選定及び浸透注入工法の採用が重要となる。

今後、本現場での事例が類似条件下における SFT 工法の参考になれば幸いである。



写真-1 鋼矢板切断部からの湧水状況（鏡切前）



写真-2 湧水による切羽崩壊後の写真