

推進工法によるビット交換部防護用注入導坑の施工

阪神高速道路株式会社 正会員 ○足立 幸郎

阪神高速道路株式会社 高磯 徹

阪神高速道路株式会社 橋本 倫明

大林・佐藤・西武建設工事共同企業体 正会員 東出 明宏

1.はじめに 大断面シールド機のビット交換に必要な防護注入の施工に際し、水平注入用の導坑を到達側から推進工法により設置した後、水平注入を行い、注入作業完了後に導坑として設置した推進管の引き抜きを行った。本稿では、このうち推進工法による注入用導坑の施工と推進管の引き抜き工について報告する。

2.注入用導坑の概要 京都市道高速道路1号線(新十条通)は京都市伏見区と同市山科区を結ぶ全長2.8kmの自動車専用道路であり、大部分がトンネル構造となっている。既に山科側からの約1.5km区間はNATM工法により完成しており、約850mのシールドトンネル区間を残すのみとなっている。

当シールドトンネル区間の想定地質縦断面図を図-1に示す。シールド機の掘削対象地質は、伏見側発進立坑から約730mが大坂層群主体の土砂部で、残りの約120mが頁岩とチャート主体の岩盤層となっている。このため、1台のシールド機で施工するには、土砂部から岩盤部になるところでシールド機に装備したカッタビットを土砂用ビットから岩盤用のディスクカッタに交換する必要がある。このビット交換作業は作業員がシールド機のチャンバー内に出て行うことになることから、交換地点の地山を薬液注入工により防護することが必要となる。通常、この防護工は地上から施工するものであるが、当工事では地上部が民家密集部で施工場所が確保できないことから、到達側である既設NATMトンネルの端部から水平注入用の導坑を推進工法により築造する工法を採用した。さらに、導坑の設置位置がシールド掘削予定断面内であったため、注入作業終了後、シールド機の掘削に支障とならないように導坑として設置した推進管を引き抜いた。

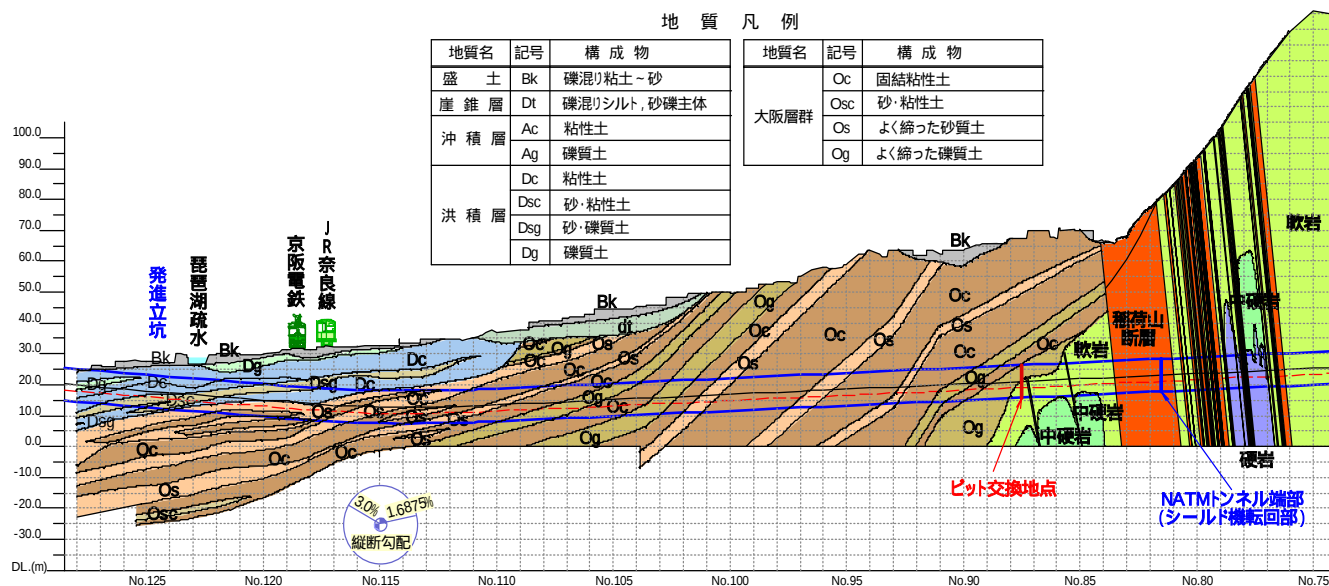


図-1 想定地質縦断面図

3.導坑推進工 図-2に導坑の基本計画図を示す。導坑の内径はφ3,000mmで、推進工法により約92m推進した後、NATM工法により切掘げを行って注入作業用の空間を確保した。

キーワード：シールド工法，ビット交換，注入用導坑，推進工法，岩盤対応型推進機，推進管引き抜き

連絡先：〒604-8152 京都市中京区烏丸通錦小路上ル 阪神高速道路(株)京都建設部 調査設計G TEL 075-223-1810

推進工法に用いた岩盤対応型推進機を写真 - 1 に示す。推進機は外径 $\phi 3,520\text{mm}$ の大口径推進機で 15.5 インチのディスクカッターを 22 基装備している。また、計画総推力 5,377kN に対して、元押し設備として 2,000kN ジャッキを 4 台設置し、さらに中押し設備を 4 段配置した。

今回の工事では、推進管設置のおよそ半年後に推進管の引き抜きが予定されていたため、滑材については以下の点に留意して選定した。

- ・ 約 100m の長距離推進を可能とする材料であること。
- ・ 長時間放置しても劣化や脱水をおこさず、硬化もしないこと。
- ・ 万一、劣化や脱水が起こっても再注入により置き換え、充填が可能なこと。

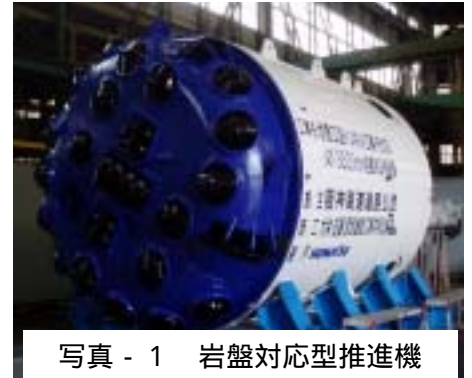


写真 - 1 岩盤対応型推進機

今回選定した滑材（可塑状粘土）は特殊粘土スラリー（A 液）と珪酸（B 液）からなる 2 液型の材料であり、推進速度に同調させながら推進管上部の注入孔より注入圧力と注入量を管理して注入を行った。

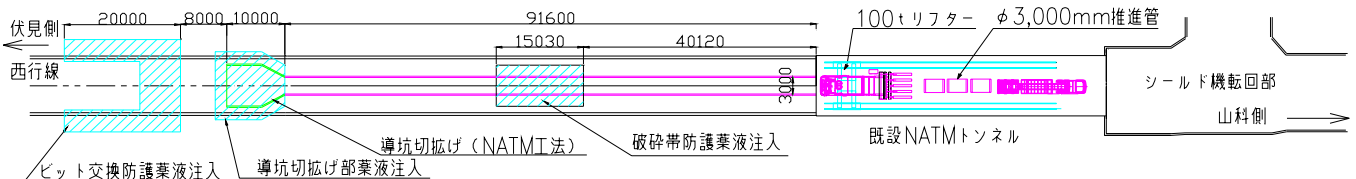


図 - 2 導坑基本計画図

推進工の実績としては平均日進量 6.1m、元押し推力は最大約 3,500kN、平均 2,200kN で、推進速度は平均 45mm/min であった。

4. 推進管引き抜き工 引き抜き力の算定にあたっては、推進時の推進力の算定式を準用し、推進時の実績と同種工事の実績¹⁾も参考にして次のように設定した。管に作用する荷重はゆるみ荷重とし、管と土との摩擦係数については推進時の実績 (0.1) より経時による地山の締め付けを考慮して 0.2 とした。推進管引き抜き設備の概要図を図 - 3 に示す。先頭の推進機残置部と No.1 推進管については、推進機の隔壁から元押しジャッキまでの間を PC 鋼棒 4 本にて接続し、元押しジャッキの引き抜き力を伝達させることとした。

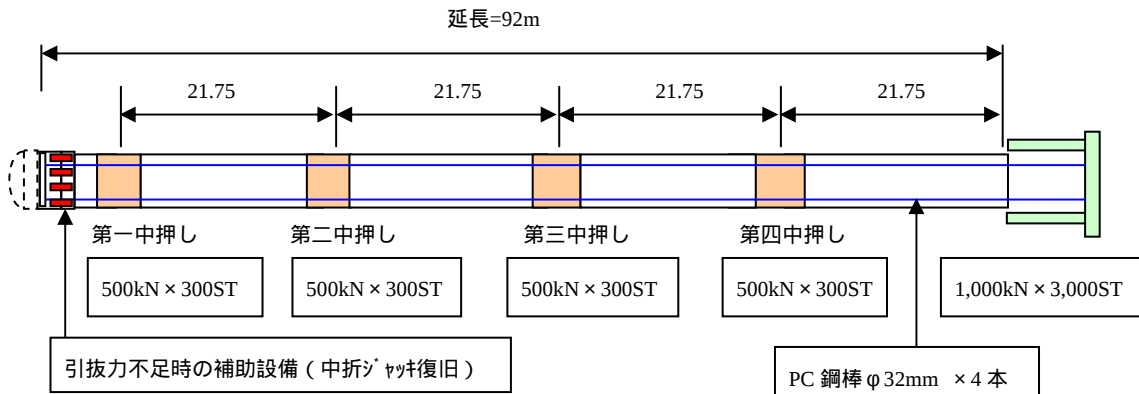


図 - 3 推進管引き抜き設備概要図

引き抜き力の最大値は一番最初の管 (No.38) 引き抜き時の元押し部での 3,200kN であり、すぐに滑材としてベントナイトを注入することにより 1,600kN まで下がった。その後も元押し部の引き抜き力が增大するごとに、ベントナイトを注入して引き抜き力の低減を図った。元押し部の引き抜き力は全体の 1/3 である 13 本を引き抜いたところぐらいから 1,000kN 前後にまで低下し、それとともに施工能率も向上し、4 本 / 日のペースで引き抜けるようになった。中押し部については平均して 1,000 ~ 1,500kN 程度の引き抜き力で推移した。なお、引き抜いた跡には裏込注入材を加圧充填して、泥水式シールド機の掘進に対応した。

5. おわりに 約半年間設置した推進管であっても、適切な滑材の選定、適切な加力装置を選定することにより、引き抜きが可能であることが示された。今後の施工に参考になれば幸いである。

【参考文献】 1) : 「長さ 16m の推進管を引き抜く」 (日経コンストラクション, 2002 年 4 月 26 日号)