

到達部における凍土内のシールド機再掘進の施工報告

大阪府寝屋川水系改修工営所 非会員 山田 力三
清水建設（株） 正会員 佐藤 研史 星野 壮一 ○江幡 啓紀

1. はじめに

本工事は、大阪府で進められている寝屋川流域の浸水被害軽減を目的とした地下河川事業のうち、松生立坑～鶴見立坑間を結ぶ守口調節池を築造するものである(図 1)．このうち守口立坑～鶴見立坑間の南行シールドは仕上内径 5,100mm，施工延長 886.0m，土被り 34.69m～38.58m である(表 1)．到達部の地質状況は洪積粘性土層で下部は砂礫層，土被り 40m，地下水压 0.4MPa であった(図 2)．そのため到達防護は高圧噴射攪拌工法の適用が困難ことから，地山の自立と止水性確保を目的とし凍結工法を採用した．また，シールド機は前胴部を到達立坑内に貫入させる必要があり，鏡切後に凍土内で所定の位置までシールド機を前進させる「再掘進」を行った．

本稿では，南行シールド到達部の施工計画と結果について報告する．

2. 到達方法の施工計画

到達工は以下の手順で計画した(図 3)．

- ①シールド到達部周囲に円筒状に水平凍結管を打設する．
- ②鏡切部の地山の自立と再掘進時の止水を目的とした凍土を造成する．
- ③凍土造成開始後，シールド機を立坑手前まで掘進する．
- ④貼付凍結管をセグメントに設置し，凍土とセグメントとの凍着を確保する．貼付凍結管の配置を図 4 に示す．
- ⑤測温管により凍土温度を計測し，造成されていることを確認する．シールド機隔壁部のバルブより湧水の有無を確認した後，到達立坑の鏡切を行う．
- ⑥シールド機を再掘進し，シールド機を所定の位置で停止させる．止水処理としてスキンプレートと坑口リングの間に止水鉄板を溶接し，溶接完了後に裏込材を充填する．



図 1 事業概要

表 1 工事概要

工 事 件 名	寝屋川北部地下河川守口調節池築造工事(本土工)	
工 法	泥土圧式シールド工法	
	北行シールド	南行シールド
施 工 延 長	2249.0m	886.0m
仕 上 内 径	4,900mm	5,100mm
掘 削 外 径	5,580mm	5,820mm
横 断 勾 配	4.94‰	2.05‰
土 被 り	27.73m～34.69m	34.69m～38.58m
土 質	砂質土, 粘土	粘土
線 形	R=60m～1000m	直線

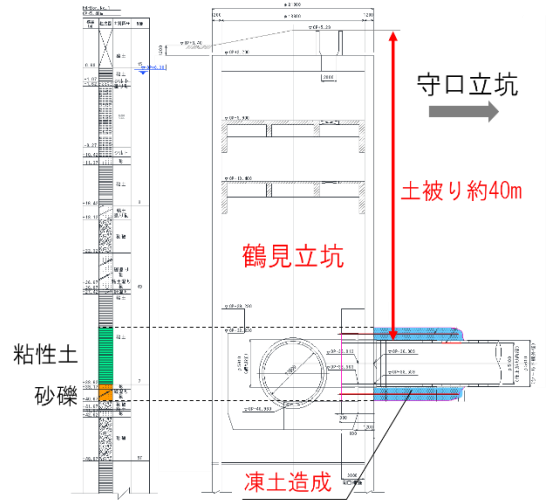


図 2 到達立坑部断面図

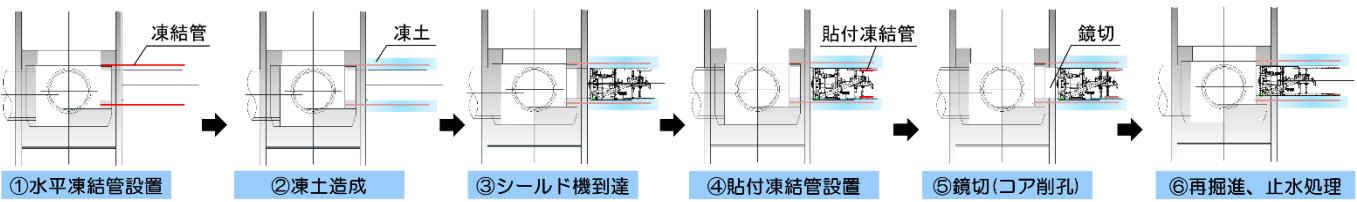


図 3 到達工施工フロー

キーワード：シールドトンネル，凍結工法，再掘進
連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋 2 丁目 16-1 清水建設株式会社土木技術本部シールド統括部 TEL 03-3561-3892

3. シールド機再掘進時の課題

縁切り後、シールド機を所定の位置まで前進させる再掘進において以下の課題があった。

- ①シールド機の推力増大：シールド機スキンプレートと凍土の凍着力が大きく、前進できないことが懸念された。
- ②再掘進時の出水：再掘進時にセグメントと凍土の縁が切れて出水する恐れがあった。

4. 対策

①シールド機の推力増大：事前にシールド機スキンプレートと凍土が凍着状況を確認するため、シールド機スキンプレート表面温度を計測した。その計測結果に応じて凍着を解消するための温水ハイウォッシャー等の設備を用意した。

②再掘進時の出水：セグメントに貼付凍結管（L=2.5m×40本）を設置しシールド機テール後端部地盤の凍土とセグメントを凍着した。また、セグメントのグラウト孔に水センサーを設置し出水を監視した。

5. 施工結果

凍土造成完了時のシールド機スキンプレート表面温度は約15℃であった。これによりシールド機は凍着していないと判断し掘進を開始した。しかし、最大推力を作用させても前進することができなかった。原因として、貼付凍結管によって冷却したセグメントの影響でシールド機テールシール部とセグメントが凍着していることが考えられた(図5)。以下にシールド機テールシール部の凍着力の試算結果と装備推力の比較を示す。

$$\pi D \times L \times \sigma = 34,106 \text{ kN} > 31,500 \text{ kN} [\text{シールド機装備推力}]$$

πD ：シールド機外周長

L：シールド機テールシール部の凍着範囲

σ ：凍着強度：2,500kN/m²[-10℃：粘土の場合]¹⁾

シールド機テールシール部の凍着を解消するため、解凍設備を用いて当該箇所のセグメントを加温した。結果、セグメント表面温度は-10℃から18℃まで上昇した。一方、テール後端部のセグメント表面温度が-10℃を維持し、凍土とセグメントの凍着による止水性を確保していることを確認した。その上で掘進を再開した結果、縁切りして前進することができた。

図6に再掘進時の施工データを示す。縁切り時は装備推力の約90%にあたる28,000kNであったが、縁切り後は急激に推力が低下し推力は3,500kN程度となった。地山が凍結により自立しシールド機に土圧が作用していなかったと考えられる。

湧水の監視を行いながら掘進したが、再掘進時の凍着切れによる出水は発生しなかった。

6. おわりに

本報告では、到達部における再掘進の施工結果について報告した。凍結工法を使用した再掘進の安全性が確認でき、今後の再掘進における検討の参考となることを期待する。

参考文献

- 1) 日本建設機械化協会：地盤凍結工法—計画・設計から施工まで—

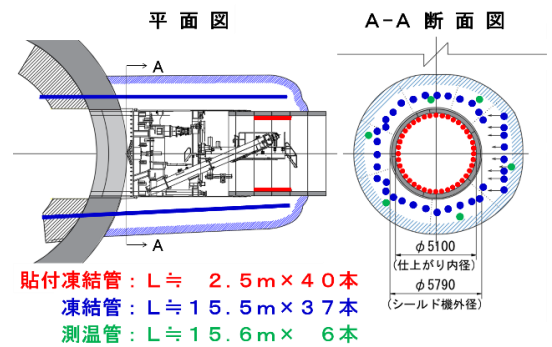


図4 凍結管配置計画図

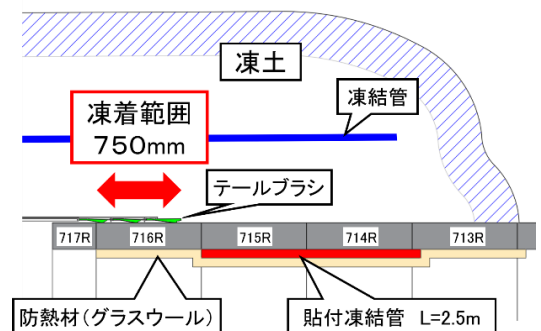


図5 テールシール部凍着概要図

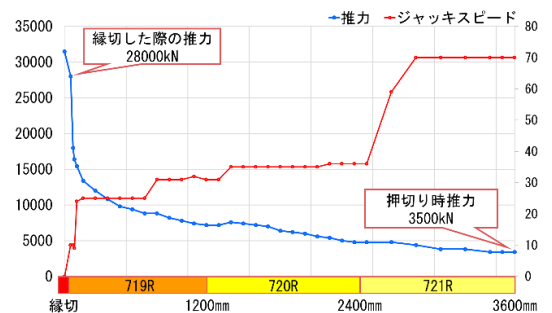


図6 再掘進時の施工データ



図7 到達状況