

地盤凍結工法を用いたシールド機到達防護の施工報告

清水・大豊・遠藤興業特定建設共同企業体
清水建設株式会社
ケミカルグラウト株式会社

正会員
正会員
正会員

吉澤 尚志
西川 泰司○益本 有人
塩屋 祐太

1. はじめに

本工事は、宮城県石巻市内の雨水排水を目的とした施設整備事業のうち、市内の雨水を河川へ放流するポンプ棟本体と、雨水を流入させる函渠及び附随施設を築造するものである。このうち雨水函渠は泥水式シールド工法で構築する（表 1）。到達部の地質状況は、風化礫岩層（最大礫径φ2,000mm 超）、土被り 19.6m、地下水圧 0.2MPa であった。到達立坑にて上流部の施工を行っていた他業者との調整の結果、本工事のシールド機は到達立坑より 2.1m 手前まで掘進を行い、到達立坑から地盤凍結工法（ICECRETE 工法）を用いて、地山の崩落防止及び掘削面の止水を目的とした到達防護を行い、迎え掘りにてシールドトンネルとの接続を行うこととした。

本稿では、地盤凍結工法を用いた到達部の防護計画と結果について報告する。

2. 到達方法の施工計画

地盤凍結工法を用いた到達部の防護を行うにあたり、以下の手順で計画をした。（図 1）

- ① SMW 連壁の芯材に干渉することなく、確実に凍土を造成できるような凍結管の配置を検討し、止水鉄板を設置する。
- ② 到達立坑より矩形状にシールド機を囲うように配置した止水鉄板より、水平管を打設する。立坑腹起し上部はシールド機に向けて斜打ちする。
- ③ 打設した水平管の内部に凍結管（IC チャンネル）を挿入し、冷媒を供給する耐圧ホースを接続する。
- ④ 到達立坑の迎え掘りを行う範囲を囲うように、芯材に貼付凍結管を設置する。
- ⑤ 凍結管の口元や壁面に断熱材を設置する。（迎え掘り範囲は除く）
- ⑥ 各種計測機器を設置した後に、凍土造成を開始する。

表 1 シールド工事概要

工 事 件 名	石巻市石巻中央排水ポンプ場他1施設復旧建設工事その2
形 式	泥水式シールド工法
施 工 延 長	683.0m
仕 上 内 径	4,250mm
掘 削 外 径	4,890mm
土 被 り	20.4m
土 質	風化礫岩
勾 配	0.7‰
線 形	直線，R=30m～1000m

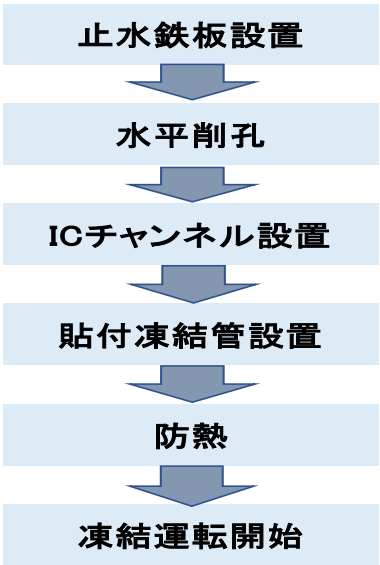


図 1 施工フロー図

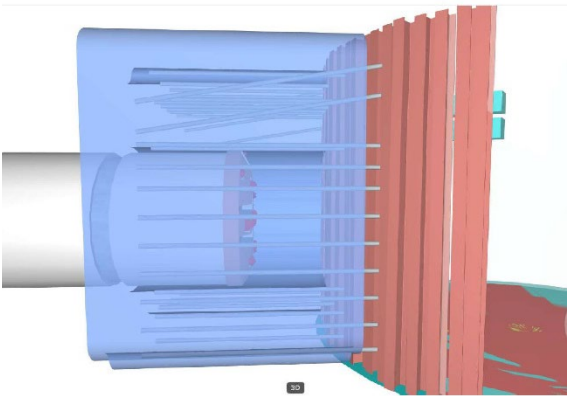


図 2 到達防護イメージ図

キーワード：シールドトンネル，地盤凍結工法，ICECRETE 工法，到達防護

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. 施工上の課題

凍土の造成を行うにあたり、以下の課題があった。

① 凍結管削孔時の地下水の出水対策

到達立坑の内部に人孔を構築する計画があり、坑口コンクリートを打設することができなかったため、立坑の芯材間より水平管を打設しなければならなかった。水平管削孔時に地下水の出水の恐れがあった。

② シールド機と凍土の凍着切れによる出水

凍土造成時には、シールド機内の貼付凍結管を稼働することができないため、迎え掘り時にシールド機と凍土の縁が切れて出水する恐れがあった。

4. 対策

① 凍結管削孔時の地下水の出水対策

水平管の削孔予定箇所ごとに水圧に対する強度計算を行い、現地の不陸に合わせて止水鉄板を作製した。芯材との接する部分は止水溶接、ソイルセメント部分は急結セメントにて止水鉄板の内部より出水対策を行い設置した。(図3)

② シールド機と凍土の凍着切れによる出水

シールド機のテールに測温計を設置し、テールの表面温度のモニタリングを行った。また、シールド機内を断熱材で覆うことでシールド機と凍土の凍着を促進した。(図4) 迎え掘り後、シールド機の解体など入熱のリスクがある工程の前には、貼付凍結管を稼働させ凍着を維持する。

5. 施工結果

上記の通りに止水鉄板を設置し、水平管の削孔を行った。削孔時に出水等の問題なく無事に水平管を設置することができた。その後凍土造成の準備を進め、凍土の造成を開始した。一時、連壁からの出水があり、凍土造成を停止した期間もあったが、造成開始から約80日程度で、シールド機のテールに設置した測温計で0℃を下回りシールド機と凍土の凍着を確認した。(図5) その後、迎え掘りを行いシールド機の解体を行ったが、出水することもなく無事にシールドトンネルとの接続を行うことができた。(図6)

6. おわりに

本報告では、地盤凍結工法を用いた到達防護工事の施工結果について報告した。地盤凍結工法を使用したシールド機到達防護工事の安全性が確認でき、今回の施工が類似するシールド工事において参考になれば幸いである。



図3 水平凍結管配置図

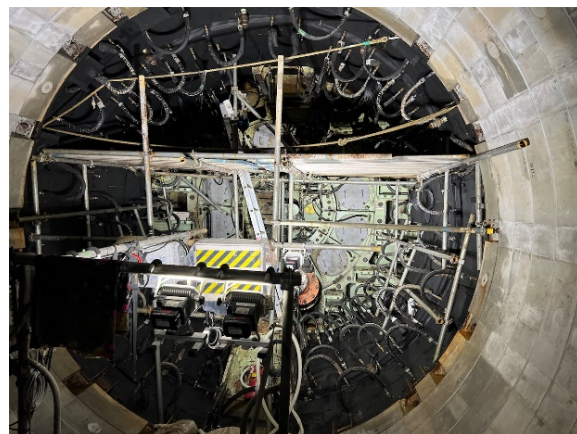


図4 シールド機内防熱状況

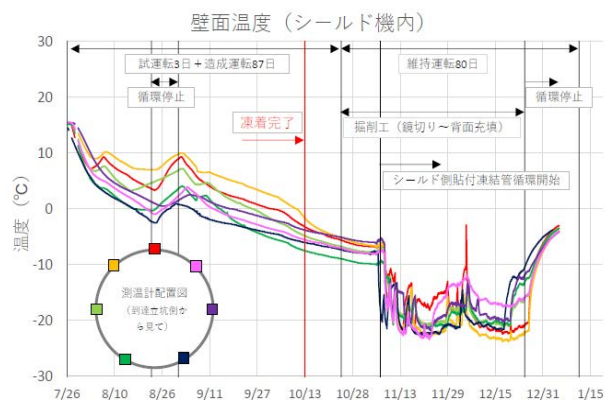


図5 テール部温度推移



図6 迎え掘り後の凍土