

## 地下水の流れが速い地盤における特殊な薬液注入工の開発と凍結工の施工

大成建設(株) 正会員 原 信行  
 大成建設(株) 正会員 ○内田 泰彦  
 (株)大阪防水建設社 谷室 裕久  
 (株)精研 正会員 吉田 聡志

## 1. はじめに

名古屋中央雨水幹線下水道築造工事は、既設の雨水貯留施設から導かれた雨水を連続排水しながら貯留する流下貯留方式の貯留管を築造するものである。工事規模は、名古屋市西区天神山町の既設立坑から中村区を通過し中川区山王一丁目の既設立坑まで延長約 5,000m、土被り約 45m、貯留量 104,000m<sup>3</sup>の市内最大規模の雨水貯留施設を内径 5.75m で土圧式(泥土圧式)シールド工法により構築するものである。主たる掘削対象地盤は海部・弥富累層第二砂礫層で非常に硬く締まった石英含有率 90%以上のチャートが点在する地盤であり、設計時点でシールド機のビット交換が発進から約 1,500m と 3,200m 地点の計 2 回計上されている。2 回目のビット交換に先立ち地下水の流速と流向を調査した結果、流速が限界流速を上回り、凍土造成が出来ないことが判明した。そこで本工事では、凍結工と注入管が兼用できる特殊な薬液注入工を開発し、地下水流速を限界流速以下に抑制して凍土を造成した。本稿は、地下水の流れが速い地盤における特殊な薬液注入工の開発と凍結状況について報告するものである。

## 2. 薬液注入孔と凍結孔の配孔

凍土造成位置での地下水流速は最速 33.7m/day であった。これは凍結ブライン方式の流速の目安とされる 2.0m/day 以下の約 17 倍で、凍土造成のために補助地盤改良が必要となり、本工事では薬液注入工を選定した。ケーシング削孔は、主要地方道の中央作業帯から約 14° ~ 22° の角度を持たせる必要がある(図-1 参照)ため、薬液注入削孔で緩めた地盤を再度凍結削孔した場合次の 3 つの課題がある。①薬液注入で固化した地盤を再度凍結削孔で乱し注入効果が低減する。②凍結削孔時に地盤が緩んだ方向へ誘導され削孔精度が確保できない。③同様のケーシング削孔が 2 回発生するため削孔工程が 2 倍になる。

これらの課題を解決するために薬液注入孔と凍結孔を共有させ、注入管をφ 40 mm からφ 125 mm に拡張し、その中にφ 110 mm からφ 90 mm へと縮径した凍結管を挿入してブラインを循環させる特殊薬液注入工を開発した。(図-2 参照)

## 3. 薬液注入領域と注入率の設定の設定と効果

注入領域の決定には調査結果の流速と流向を考慮させた二次元浸透流解析を行い、凍土造成領域全体の流速が低下する注入範囲を求めた。

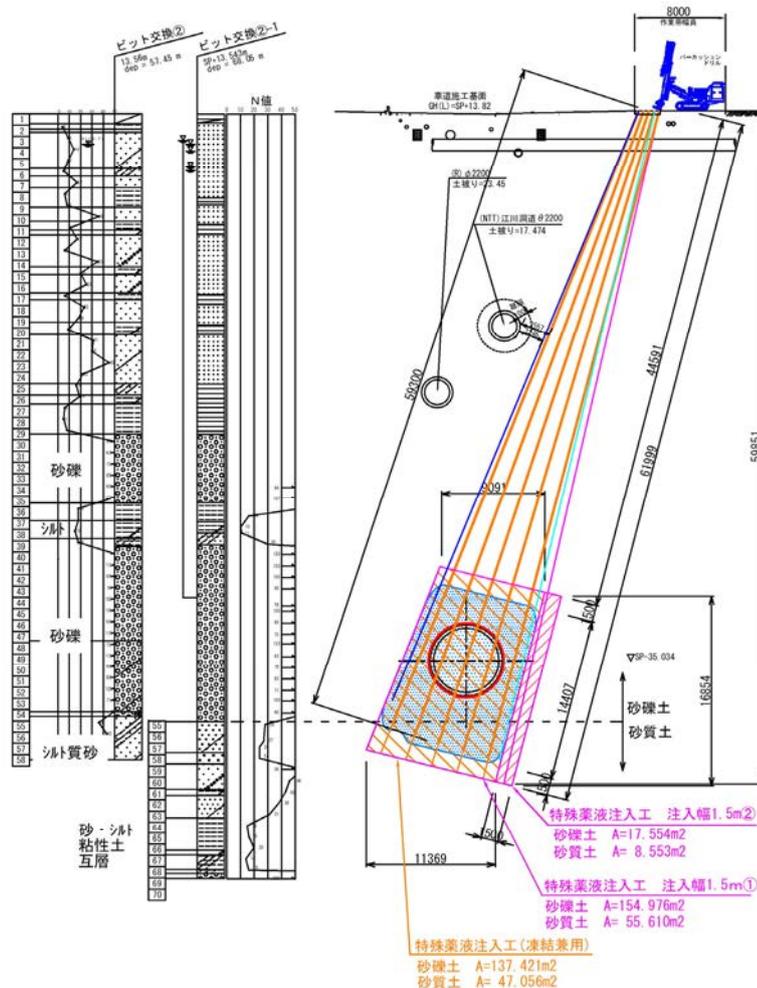


図-1 ビット交換 2 回目補助地盤改良工横断面図

キーワード: 地下水流速, 拡張ダブルパッカ, 二重管スレーナ複相, 凍結, ビット交換補助地盤改良

連絡先: 〒450-6047 名古屋市中村区名駅 1-1-4JRセントラルタワーズ 47 階大成建設(株)名古屋支店 052-562-7525

凍土造成領域の北・東面 1.5mを薬液注入遮水壁として拡張し、薬液が地下水で流されても凍土造成領域内で固結する計画とした。図-3 に示すとおり凍土造成領域外の北・東面に計 15 本の特殊な薬液注入管を配孔した。

尚、この 15 本の注入管は、万が一凍土造成が進まない場合に追加凍結管として利用するため、孔内充填は凍結管撤去時と同じ時期とした。

注入率は、(一財)建設物価調査会の土木工事積算基準マニュアルに則ると砂礫層(N $\geq$ 50)の間隙率 35%に注入充填率 90%を乗じた 31.5%となるが、現場条件を鑑みて間隙率 35%に充填率 100%、重要度率 120%を考慮した 42.0%を設定した。

計画注入率以上の薬液を注入した後、効果確認として地下水流速を再度調査した。結果、目安の 2.0m/day以下に抑制することができた。

#### 4. 凍結工

薬液注入管内に凍結管の挿入及び凍結設備を整えて凍土造成を開始した。凍土造成の進捗は、図-4~6 の通りである。

造成開始 15 日程度から北東部と南東部に遅れが見え始め、二週間程度様子を伺い温度低下を検証していたが、+3.0° 前後で温度が停滞した。造成 57 日目から図-3 に示す特殊薬液注入管のうち、北東部の 5 本から追加薬液注入を行い、その 5 本のうち 3 本には凍結管を建込み追加凍結管としてブラインを循環させた。それ以降は 24 時間で-0.3~-0.1° の温度が低下し、削孔日数の変更無く、造成日数 98 日でブロック凍土が完成した。

#### 5. まとめ

今回の拡張パッカは従来と異なり一系統ではなく二系統の配管を有しているため、ダブルパッカでありながら二重管ストレナーナ複相のような瞬結・緩結の注入が可能である。

また、拡張パッカと注入管は試作品で密着性や耐圧試験を行い、性能や実用性も確認している。本報告が今後の地下水の流れが速い地盤における凍結工法の先駆けとなれば幸いである。

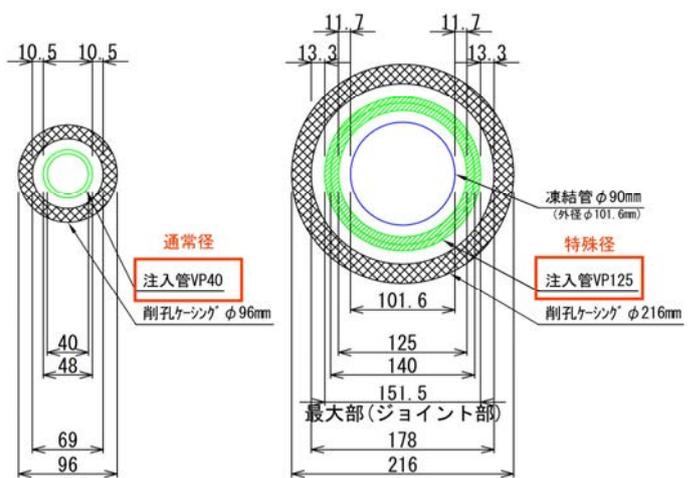


図-2 特殊な薬液注入管と凍結管断面図

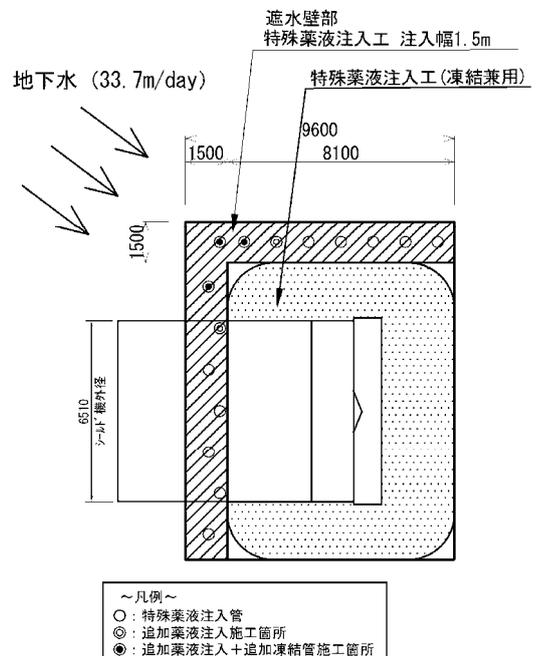


図-3 追加薬液注入と凍結管位置図

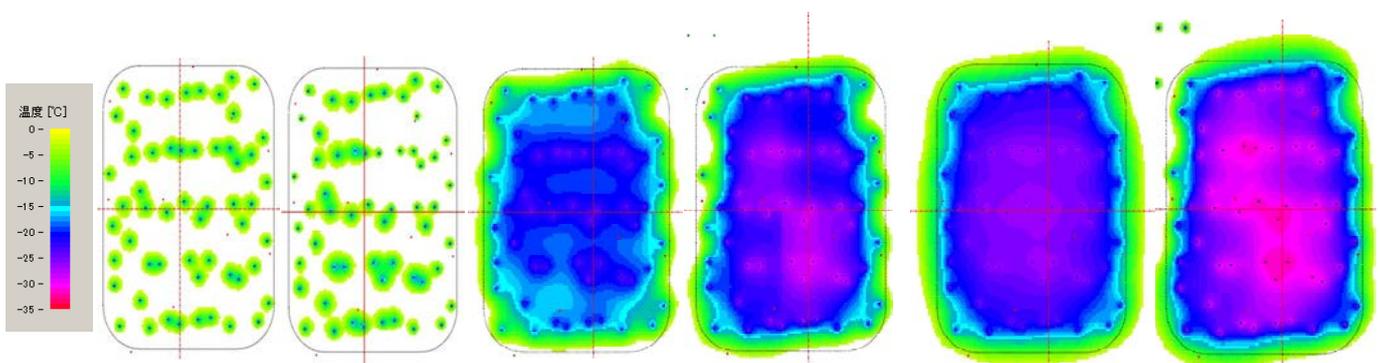


図-4 造成 15 日凍土想定図

予定 (左), 実測 (右)

図-5 造成 57 日凍土想定図

予定 (左), 実測 (右)

図-6 造成 98 日凍土想定図

予定 (左), 実測 (右)