

水平薬液注入の長尺施工による液状化対策

奥村組 正会員 ○高島 哲朗
 奥村組 正会員 倉田 和彦
 国土交通省 小川 渉

1. はじめに

砂町共同溝夢の島交差点における液状化対策工事は、共同溝直下を薬液注入により地盤改良するものである。本工事は施工実績の少ない高水圧下（地下水位以下 10m）における、長尺（最大 40m）の水平注入（削孔数 59 本）を行うもので、本工法の共同溝の液状化対策への適用は全国で初めてである。本稿では施工に際して開発した水平削孔方法、注入外管の設置方法について報告する。

2. 工事概要

施工地点は交通量が 8 万台/日と多いため交通規制を最小限とする施工方法を用いる必要があったことから、道路外に 2 箇所（注）の注入用立坑を築造し、立坑側面から水平削孔を行い、2 重管ダブルパッカー工法で恒久薬液を注入した。採用した工法は「浸透固化処理工法」であり、改良対象土量 3483m³ に対して間隙水を特殊シリカに置換することで地震時の間隙水圧の上昇を抑制する。施工地点において、砂町共同溝は高速道路橋脚をはじめ下水道管路、ガス・電気等の供給管路に近接しており、それらに配慮した計測管理施工が求められた。

施工地点は、GL-14.7m まで緩い砂質土が分布しており、その下位には GL-37m まで軟弱な粘性土が分布している。図 1 に液状化対策工の施工範囲の横断面図を、図 2 に平面図を示す。深度方向に 4 段の削孔を行い、注入は上段より開始し、間隙水を下方に追い出しながら（削孔 1 本については奥から手前に）順次注入範囲を広げていった。

今回の施工にあたり以下のような課題があった。

- ① 水平注入の施工延長は、従来の実績では 20m 程度とされていたが、最大約 40m の注入を行う必要があるため、長尺削孔による孔曲がりにより計画位置からの注入ができず、未改良域の発生が懸念される
- ② 地下水位以下 10m での水平削孔であり、口元からの地下水、土砂流出の可能性が高い
- ③ 共同溝直下に注入外管を設置する（59 本設置）ことから、①による注入外管の設置誤差、②による土砂流出により生じる地山の緩みが共同溝に直接影響を及ぼす可能性がある
- ④ ケーシング引抜時に、挿入した注入外管も一緒に引き戻される

3. 水平施工の方法

上記の課題解決のため以下のような施工方法とした。施工手順図を図 3 に示す。

① 削孔

ロータリーパーカッション方式のボーリングマシンを使用した。先端ビットは垂直施工であればオープン型のビットを使用するが、水平施工では削孔時に先端からの土液状化、薬液注入、水平施工

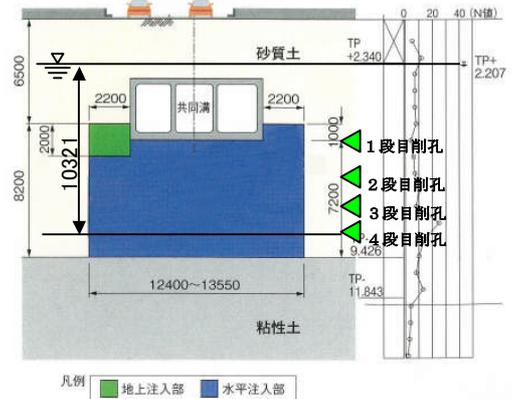


図 1 横断面図

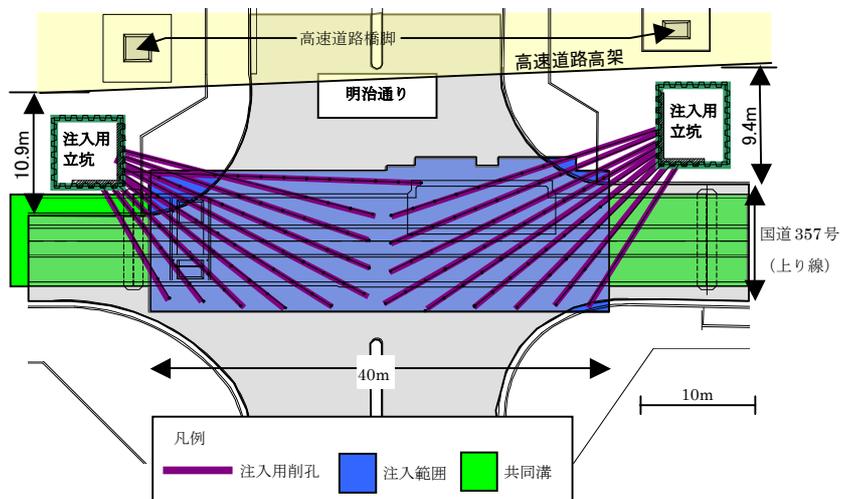


図 2 平面図

砂が流入し、地山を乱すことから今回の施工では土砂流入防止用の逆止弁(写真2参照)を付けたクローズド型のビットを使用した。(課題②の解決)

②ジャイロ計測

40mを超える水平削孔を行うことから削孔精度が懸念されていたため、削孔完了時にすべての削孔ラインで三次元ジャイロを走査して、削孔ラインの出来形を計測した。(課題③の解決)

③注入外管挿入

水平注入では次工程のケーシング引抜において元位置に留めておくために、注入外管をアダプターを介して捨てビットである先端ビットに接合した(写真1参照)。写真2に示すように、ドライブシュー内に設置されたテーパーガイドによりアダプターをドライブシュー内通過時に孔のセンターに誘導し、先端ビットに装備した溝にアダプター先端のピンをはめ込むワンタッチ方式とした(写真3参照)。その結果、40m先の先端ビットに手元側での人力操作のみで確実に接合できるようになった。(課題④の解決)

④ケーシング引抜

ドライブシューと先端ビットは削孔時と逆方向に回転させると切り離せる機構になっており、ドライブシューとケーシングを引き抜いて回収した。このとき、切り離された先端ビットは注入外管を元位置に留めておくためのアンカーとして機能する。(課題④の解決)

⑤スリーブパッカー注入

注入時に坑壁に沿って薬液が逸走するのを防止するため、スリーブパッカーにセメントベントナイトを注入して膨らませた。注入外管には薬液注入口とは別にスリーブパッカー部分にも吐出口があり、その両端に注入管のパッカーをかけることスリーブパッカー内のみに注入物を供給することができる機構になっている。

⑥本注入

注入外管の平面配置が放射状の形態となること、および課題①で挙げた孔曲がりの影響で、従来のような単一の改良径での注入では一様な改良品質を確保するのが困難であると考え、ジャイロ計測から求められた注入口の位置に基づき、隣接しあう注入口の間隔に応じて注入量を5段階に調整した。(課題①の解決)

4. おわりに

以上の方法で施工した結果、本数 59 本、延べ 1229m の注入外管を設置し、無事注入を終えることができた。また、チェックボーリング等による効果確認工において所定の品質を確認できた。懸案事項を抱えながらも円滑に施工を完了できたのは、工事技術評価検討会、関東地方整備局の技術指導、ライト工業㈱の努力によって得られた成果であり、関係各位に深く感謝の意を表したい。本稿が今後の類似工事の参考となれば幸いである。

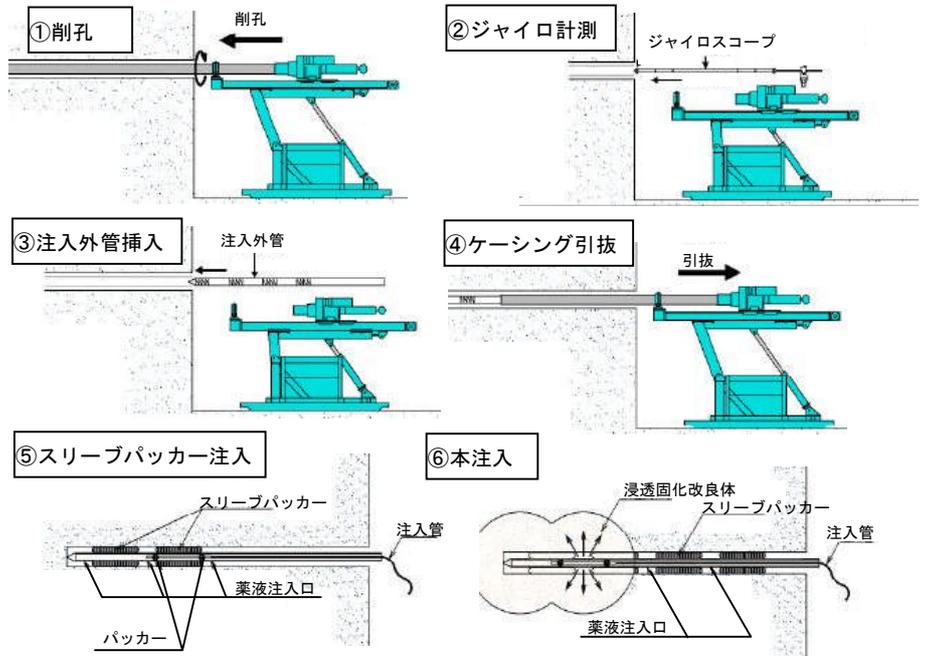


図3 施工手順図

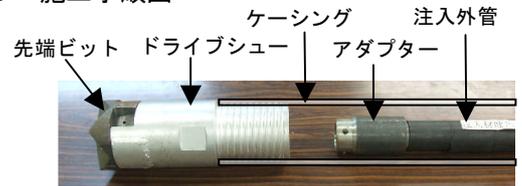


写真1 注入外管挿入時の部材構成



写真2 ドライブシュー内のテーパーガイドと逆止弁(中央)

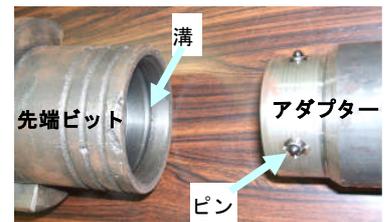


写真3 先端ビットとアダプターの接続