既設構造物直下の薬液注入工法の開発(その2)

誘導式水平ボーリングを用いた注入システムの開発

大成建設(株)技術センター 正会員 川井 俊介 正会員 鈴木 毅彦 (株)関配 三信建設工業(株) 小泉亮之祐 正会員 強化土エンジニヤリング(株)フェロー会員 島田 俊介

1. はじめに

水平ボーリング技術は、竪坑を構築せずに管を敷設できる工法として海外から導入された技術であり、国内で はこれまでにガスや水道,農村部の排水等に多く使用されてきた.一方,海外では,この技術を既設構造物直下 の汚染土浄化にも適用している、国内においてはこの技術を利用した新しい地盤改良工法の開発 1) が各所でなさ れており,筆者らもこの技術を利用した新しい薬液注入工法を開発した.本報告は,削孔および注入における要 素技術を開発し、これらを実地盤に対して適用した結果を報告するものである、

2. 工法概要

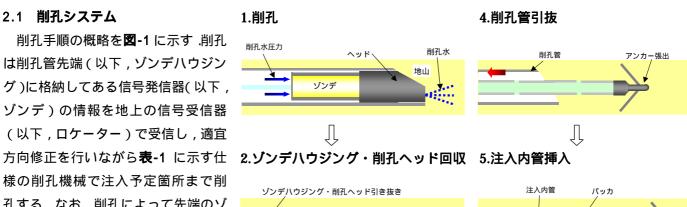
2.1 削孔システム

削孔手順の概略を図-1 に示す .削孔 は削孔管先端(以下,ゾンデハウジン グ)に格納してある信号発信器(以下, ゾンデ)の情報を地上の信号受信器 (以下,ロケーター)で受信し,適宜 様の削孔機械で注入予定箇所まで削 孔する.なお,削孔によって先端のゾ ンデハウジングが土圧によって押し 戻されないようにするため削孔水を 噴射しながら削孔する.削孔完了後, 注入外管を挿入するために必要な空 3.注入外管挿入 間を確保するためにゾンデハウジン グおよび削孔ヘッドを専用ロッドで 回収する.次に削孔管内にシールグラ ウトを充填し,先端にメカニカルアン カーを取り付けた注入外管を挿入し,

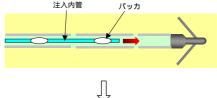
地山にアンカーを固定した後削孔管を引き抜いて注入外管 の敷設となる.

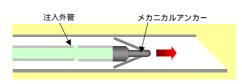
2.2 注入システム

注入内管の構造概略を図-2に示す.本装置の特徴は,セ ルフパッカと呼んでいるゴム製パッカが3箇所に装備され ており,これらのパッカを膨張させるために,従来のダブ ルパッカ工法のようにパッカを膨張させるために必要な空 気あるいは水系統を必要としないため注入内管径を小さく









6.薬液注入

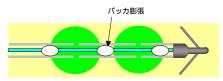


図-1 削孔概略図

表-1 削孔機械の仕様

項目		仕 様
本体	機械寸法 (L×W×H)	$6,100 \times 1,750 \times 1,360$
	重量 (kN)	35
	削孔トルク (N·m)	4,500
	推進力(kN)	60
	引抜力(kN)	60
削孔ロッド	削孔径×全長	73mm × 3m
	削孔延長	最大45m
	最小曲げ半径	R=50m
計測器	方式	無線通信型

キーワード:誘導式水平ボーリング,地盤改良,液状化対策,薬液注入

連絡先 : 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 TEL045-814-7236 FAX045-814-7257

でき,削孔径を小さくできることであるまた,2箇所ある吐出口(以下,ノズル)から同時に同量の薬液を噴射できることから,従来のダブルパッカ工法の2倍の速度で従来工法と同じ効果をもつ注入ができ非常に効率的である.筆者らはこれまでにセルフパッカが有効に作用

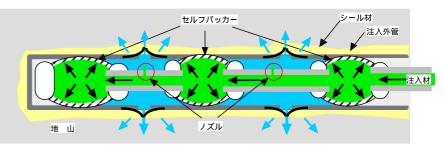


図-2 注入内管構造模式図

する吐出圧力および吐出量とノズル径の組み合わせによるそれぞれのノズルからの吐出量との関係についての要素実験を実施した.この実験結果については前報²⁾に示したとおりである.

3. フィールド実験

これまでに述べた一連のシステムを実地盤に対して適用した結果を以下に述べる. 図-3 に示すように,注入計画は深度 5.15m を中心として直径 2.44m の改良体を水平方向に2個同時に作製する計画とした.

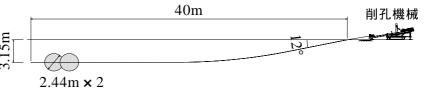


図-3 注入計画図

水平距離約 40m,深度 3.15m の地点を目標として削孔を行った結果,削孔先端位置の水平方向のずれは 5cm,鉛直方向のずれは 4cm とほぼ目標通りの削孔が可能であった.また,注入外管敷設において,ゾンデハウジングの回収は人力で可能であり,削孔管引抜きの際の注入外管の共上がりもなく計画の位置に注入外管を敷設することができた.なお,深度 3.15m における地盤の物性値を表-2 に示す.注入を行う前に,マニュアル³⁾に従って実施した原位置における p-q 試験の結果,吐出量141 /min で有効注入圧力が最大値を示し、地盤に割裂を引き起こすこと

ニュアル ³⁷ に従って実施した原位置における p-q 試験の結果,吐出量 14L/min で有効注入圧力が最大値を示し,地盤に割裂を引き起こすことが確認できたことから,本注入ではその7割の10L/min を吐出量として決定した.その際のノズル径は事前に実施した要素試験の結果を踏まえそれぞれ2.4mmとした.総薬液注入量は地盤の間隙率(n)を58%,充填率()を100%として算出した結果8,823Lであり,440分を要して注入を行った.注入中における有効注入圧力を測定した結果,0.2MPaと安定した吐出であることが確認できた.なお,注入材は長期耐久性があるパーマロック・ASF-を使用した.

所定の養生期間後,地盤を掘削し,改良体の造成状況を観察した.**写** 真-1 は深度 1.5m での改良体の形状である.計画の直径よりも大きくな

土粒子の密度 g/cm³ 2.834 $_{\rm d}$ (g/cm³) 乾燥密度 1.169 含水比 w (%) 46 飽和度 Sr (%) 91.4 間隙比 1.429 k (cm/s) 透水係数 2.9×10^{-3} D_{50} (mm) 50%粒径 0.221 細粒分含有率 F。(%) 11

表-2 現地砂の物性値



写真-1 改良体の造成状況

ったものの,散水による改良体観察において浸食されなかったことから良好な改良体が形成されたと考えられる.

4. まとめ

今回開発した注入システムが原地盤においても適用できることが確認できた.本報告では,システムの検証に 主眼を置いて述べているが今後は薬液注入前後の地盤の強度変化について報告する予定である.また,筆者らは 本システムの特徴である「ゾンデハウジングの回収が可能」、「注入装置の単純化」によって薬液注入の効率が非 常に向上し,大幅なコストダウンが期待できると考えている.今後はこの技術を実プロジェクトに適用していき 地盤改良効果を検証していく予定である.

参考文献

1) 例えば山崎ら(2004): 曲がりボーリングを用いた薬液注入による液状化対策の実証試験,土木学会論文集 No.756, -62, pp.89-99.2) 島田ら(2005): 既設構造物直下の薬液注入工法の開発(その1),第60回土木学会年次学術講演会(投稿中)3) 恒久グラウト協会,恒久グラウト注入工法技術マニュアル