

構造物直下の土壌汚染対策や液状化対策を可能にした **新型誘導式水平ボーリングの実験施工** (片押し誘導式水平ドリル工法)

永島 勝
 NAGASHIMA Masaru
 株式会社キャプティ



安部 浩
 ANBE Hiroshi
 東京ガス株式会社



秋山 昌夫
 AKIYAMA Masao
 鉾研工業株式会社



1. はじめに

(株)キャプティ(旧社名(株)関配)、東京ガス(株)、鉾研工業(株)の3社は、水平ボーリングを用いた土壌浄化、地盤改良および土壌地下水の復水工法に適用可能な新型誘導式水平ボーリングマシン(以下アースアタックモール、写真-1、表-1)を開発した。アースアタックモールは、従来の地上設置型誘導式水平ボーリングマシン(以下従来型HDDと称する)では施工が困難であった既設構造物直下、およびコンクリート塊が多数混在した地盤においても施工可能である。



写真-1 アースアタックモール

2. 開発の背景

現在の土壌汚染対策工事においては、掘削除去や鉛直井戸による浄化が主流であり、既設構造物直下の土壌汚染域に対し浄化を行うには、構造物内の床面からボーリングを行う必要がある。このため、工場等においては操業を停止する必要がある、多大な費用負担を強いられる。また、近年問題視されている液状化対策において、備蓄タンク下層の薬液注入による地盤改良は、現状では有効な技術が無い。

そこで、HDD工法を応用する事により、離れた場所から構造物下に向かってボーリングを行い、構造物直下の土壌汚染対策や液状化対策が可能であると考え、開発を進めてきた。しかし、従来型HDDでは、周辺的环境や地盤条件により、水平井戸敷設工事に適用する現場に限られた。そこで、様々な施工条件下への対応能力を向上した「アースアタックモール」の開発を行った。

表-1 アースアタックモールの主な仕様

項目	仕様
本体寸法	L : 6180mm W : 1750mm H : 1600mm
本体重量	3250kg
押し力	60kN
引き力	60kN
打撃力	450J
回転トルク	4500N・m
削孔径	102mm (単管) 177mm (二重管)
適用土質	粘土質～砂礫
ボーリング延長	70m程度まで

3. 開発の概要

3-1 新型ボーリングツールの開発

従来型HDDによる水平井戸の敷設は到達坑までボーリングした後、到達坑から井戸管を引き込み水平

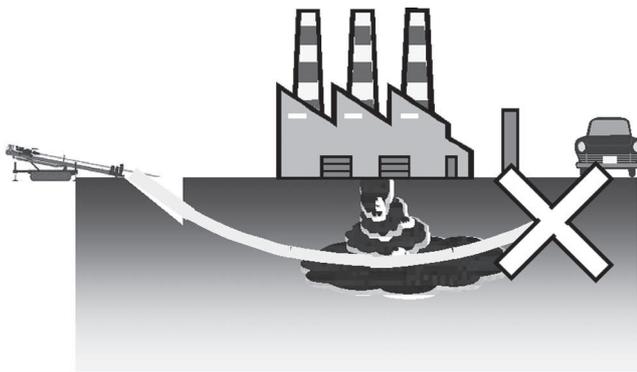


図-1 従来HDDのボーリング

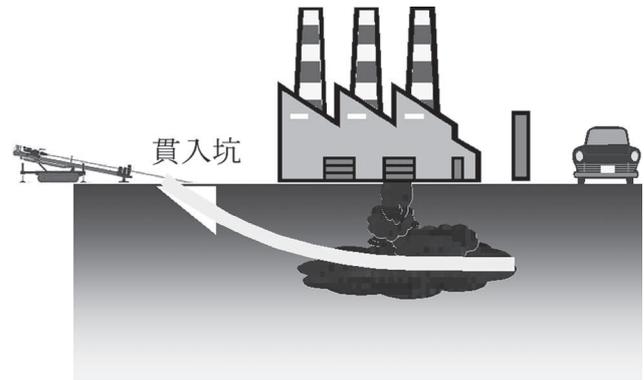


図-2 アースアタックモールのボーリング

井戸の敷設を行う必要がある。このため、他の構造物や敷地境界線の位置によっては図-1のように到達坑を設けることが出来ない場合が多くある。

そこで、貫入坑側から井戸管の敷設が可能なツールおよび方式を開発し、図-2のように到達坑を設けることなく水平井戸の敷設が可能となった。今回開発した施工方式は、32Aまでの小口径の井戸管を対象とした施工速度の速い単管方式と、75Aまでの井戸管に対応した2重管方式がある。それぞれの施工方式について以下に述べる。

(1) 単管方式

単管方式は、土壌浄化や地盤改良用の薬剤注入管のような比較的細い径の井戸管を対象とした施工方式である。2重管方式と比較して工程が少ないため、短い施工時間と低コストで井戸管を敷設することが可能である。施工手順は以下のようになる。

①ボーリング

貫入坑より目的地まで誘導ボーリングを行う。ボーリング方向の修正は、従来型HDDと同様にスラント加工した先端ヘッドを用いて行う。

②インナーヘッド回収

先端ヘッドはインナーヘッドとアウターヘッドの2ピース構造となっており、ボーリング完了後にインナーヘッドを引き抜き、アウターヘッド内を井戸管が通過可能な状態にする。

③井戸管敷設

ロッド内に井戸管を挿入し、ロッドを引き抜いて、井戸管の敷設が完了となる。

(2) 2重管方式

2重管方式は、揚水や復水井戸のように大きな径の井戸管敷設を対象とした施工方法である。施工手順は、写真-2のように誘導ボーリングを行った単管ロッドにケーシングパイプを被せ掘りする工程を加える手順となる。



写真-2 ケーシングパイプ

3-2 構造物下の位置検知システム

従来のロケーターによるボーリング位置の計測は、周辺に鉄筋などの金属があると、正確にボーリング位置の計測が行えない可能性が高い。

そこで、周辺の環境の影響を受けにくいジャイロ式位置検知システムを開発した。本システムは、ジャイロセンサー、エンコーダー、コードリールおよびPCで構成されている。ジャイロセンサーは円筒形で、単管ロッド内に挿入できるようになっており、ジャイロセンサーをロッド内に通しボーリングラインの計測を行う。また、ジャイロセンサー先端部には先端ヘッドのロール角検出装置が付いており、先端ヘッドのスラントの方向を計測する事ができる。

構内実験により確認された計測精度は、上下方向の最大誤差0.08%、左右方向の最大誤差1.0%であった。

3-3 幅広い地盤への対応

従来型HDDではボーリングが困難であった砂礫層や、コンクリート塊の多数混入した地盤に対応するため、アースアタックモールはロータリーパーカッション機能を搭載した。さらに、先端ヘッド前面には破砕用の超硬ビットを取り付けた。

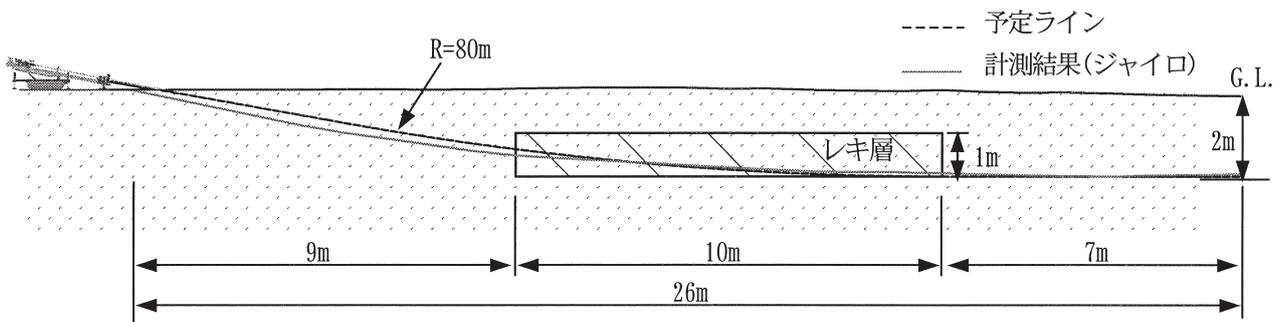


図-3 ボーリング条件とライン計測結果（断面）

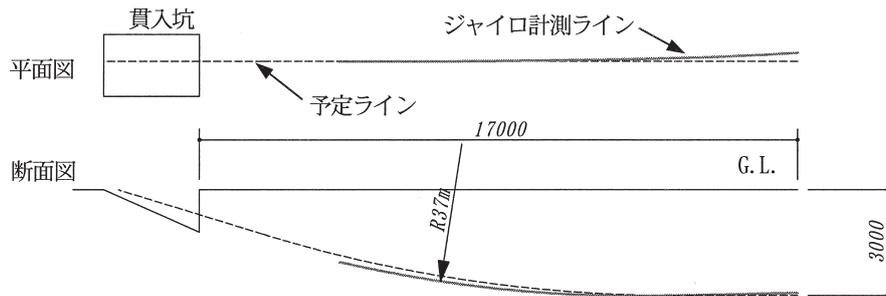


図-4 小曲率削孔実験結果

本体および先端ヘッドの破碎能力を検証したところ、厚さ1mの無筋コンクリートを5分で貫通する能力が確認できた。

4. フィールドテスト

4-1 総合検証実験

アースアタックモールの総合的なボーリング性能を検証するために、(1) レキ層の誘導ボーリング性、(2) ジャイロ計測作業性、(3) 井戸管設置性について検証を行った。

実験地盤として粒径6mm程度のレキ地盤を長さ10m、高さ1m、幅2mでライン上に設けた。

ボーリングラインは、図-3のようにロッドを貫入坑に挿した後、曲率半径80mで方向修正しながらレキ層を通過し、深さ2mで水平となるように誘導ボーリングを行う計画とした。

実験結果を以下に示す。

(1) レキ層の誘導ボーリング性

パーカッション機能を用いればボーリングや方向制御を行うことは可能であった。

(2) ジャイロ計測作業性

ロケーターで計測しながら誘導ボーリングをすることは問題なかった。しかし、ジャイロによる計測は経路が浅いため、10～15分程度の時間を要した。

(3) 井戸管設置性



写真-3 小曲率用ヘッドと通常のヘッド

井戸管共上がり防止装置およびパッカーも有効に機能し、井戸として問題なく機能することも確認できた。予定よりも最大20cm程度深くなったが、井戸管の敷設はほぼ計画どおりであった。

4-2 小曲率実験

アースアタックモールは最大R60mの曲率半径の設計で方向制御をしながらボーリングを行ってきた。この曲率半径をさらに小さくし方向制御能力を向上させるために小曲率削孔実験を行った。ヘッドは地盤の反力を受けやすくするために、写真-3のようにスラントの面積を大きくした。また、ヘッドの直後1本のロッドを肉薄にし剛性を小さくした。

実験結果を図-4に示す。曲線部R40mの予定に対し、削孔後ジャイロで計測を行った結果はR37mであり、R40mで削孔可能であることが実証できた。

5. おわりに

本報文では、土壌浄化や地盤改良等の水平井戸を敷設する新型誘導式水平ボーリングマシン「アースアタックモール」について述べた。

アースアタックモールの最大の特徴は、従来型HDDでは必要であった到達坑が不要となったことである。さらにジャイロ式位置検知システムと、ロータ

リーパーカッション機能により、様々な施工条件下へ対応する能力が大幅に向上した。

今後は、実現場施工を通じて施工ノウハウを蓄積するとともに、改良開発を行い工法の完成度を高めていく予定である。

◆お問い合わせ先◆

(株)キャプティ 事業開発グループ

〒141-8621 東京都品川区東五反田5-22-27

Tel.03-3443-4157 Fax.03-3443-3319

編集委員リレー執筆コーナー

木下 浩次

KINOSHITA Kouji

(株)奥村組技術本部土木部長



私が入社する頃は、石原裕次郎の「黒部の太陽」や吉村昭の「高熱隧道」が評判で、土木の仕事に夢を持ってこの業界に入りました。しかし、残念なことに最近は公共事業は不要なものを作っているといった変な意見も一部にはあります。知人に「土木って何を造っているか知っている?」と聞いても、「建築はビルや家などを作っているが、土木って何を造っているの?」との返事が大半だと思います。土木の構造物は、出来たときは非常に役立ちうれしいが、しばらくすると生活の中に溶け込んでしまい有って当たり前ものになります。目立つのは災害等で構造物が壊れて被害が発生したときぐらいのものです。

我が国の社会資本整備は、まだ十分なものとは言えないと思います。将来のためにも、必要な社会資本は整備する必要があります。そのためには土木事

業の必要性を一般の人に理解してもらうことが必要です。最近の推進工事の施工事例を拝見すると、昔は考えられなかった長距離、急曲線、複合曲線の施工が可能となっています。これは第一線で従事されている方々の努力と苦勞の賜物と思います。しかし、建設業に従事する人は、与えられた仕事は非常にまじめに取り組むが、無口な人や、控えめの人が多いのは事実です。建設業の前線にいる人は、工事の施工を通して理解を深めていただくことも必要です。例えば、現場にルート図や施設の目的を掲載し、施設の重要性や必要性をアピールするように努力していただければと思います。

本協会は、「環境にやさしい非開削技術」をキャッチフレーズに新技術の紹介や施工報告など関係者の役立つものに取り組んでいます。昔は背中を見て技術や考え方を学べ（盗め）と言われてきましたが、今は時代が少し違うようです。会社単位では準備や資料整理が大変なものについては、本協会誌を活用していただければと思います。編集委員として関係部署への推進工事の良さをアピールできるように、分かりやすく読みやすく参考になる協会誌となるように頑張っていきたいと思っています。