

砂礫層対応型曲線ボーリング装置の開発と施工実験

鉄建建設 フェロー 粕谷太郎

1. はじめに

近年、地下空間の利用範囲が拡大するなかで、都市域ではトンネルを造る技術としてシールド工法が飛躍的に進展している。平成13年4月に「大深度地下の公共使用に関する特別措置法」が施行し、プロジェクト実現のためには、トンネルの長距離化、大断面化、複雑化等に対応するための要素技術の開発が重要な課題となる。

このため、シールド機の地中接合、トンネルの断面拡幅等の要素技術として、曲線管を埋設し、地盤改良工を用いて対応する曲線ボーリング（TULIP）工法の施工機会が増大しており、注目されている。

しかし、都市域で現出する砂礫層での施工可能な掘進装置の開発が課題となっている。今回、模擬地盤で行った施工実験の結果について報告する。

2. 曲線ボーリング技術の概要

2.1 システムの概要

曲線管を埋設するための本システムは、先端駆動のビットを装着した先端装置、先端装置を収納する外管（先導管）、接続用曲線管（外管と内管）、推進装置および一定曲率を保持する架台、そして、送水ポンプと排泥処理設備等の後続設備にて構成している。

2.2 曲線ボーリング先端装置

図-1に示すように、先端装置は所定の曲率を有した2重管構造であり、その先導管内にビット駆動用オイルモータを内蔵した掘削機構がある。ビットは拡縮型で、拡縮量と余掘量は調整可能であり、回転は左右可能である。掘削時は先端部より水等を噴射し、掘削土砂は後方設備の排泥装置等によって内管を利用して排出する構造となっている。

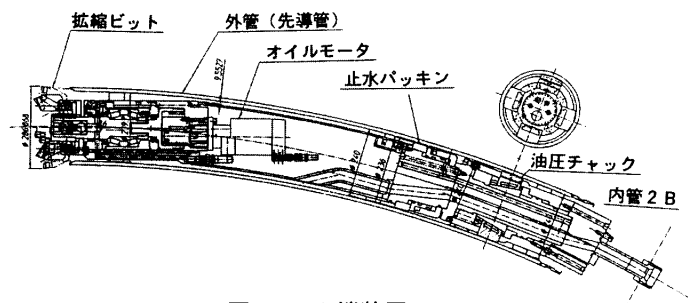


図-1 先端装置

先端装置はオイルモータ等により最小管径・曲率が決定される。現状では、外管外径216.3mmにおいて、最小曲率半径が $R=3m$ である。また、先端装置と外管の固持に油圧パッカを用いて止水する構造であり、先端装置後部に外管との固定をするためのジャッキを内蔵している。

2.3 曲線ボーリング推進装置

図-2に示すように、推進装置は、油圧外管ホルダが上部開閉式であり、そのホルダが所定の曲率をもつ推進架台（ベース）上を油圧シリンダでスライドし、架台とガイド機構が一体となった構造である。小さな空間（トンネル内径3.0m程度）でも作業が可能であり、曲線管のセツトを上方から行うので、管長を長くすることができる。また、ホルダの盛替作業を少なくし、作業効率の向上を図っている。

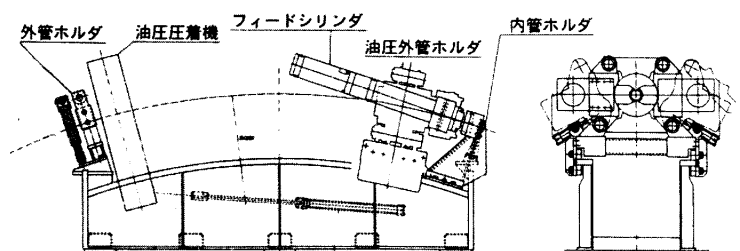


図-2 推進装置

キーワード：曲線ボーリング技術、地下空間、TULIP工法、地中接合、断面拡幅、砂礫層対応型

連絡先 〒101-8366 東京都千代田区三崎町 2-5-3 TEL 03-3221-2293 FAX 03-3239-1685

3. 施工実験概要と目的

首都圏を含む大都市圏においては、地下空間の利用が進展しており、対象地盤条件もより難易度の高い状況での施工が望まれている。特に都市部の深部に介在する砂礫層、玉石層での対策が課題解決の大きな要素となる。

このため、曲線ボーリング技術を用いた計画を進めるため、かつ「大深度地下の公共使用に関する特別措置法」の対象となるプロジェクトの推進を進めるためにも、これら地盤での施工が可能となる装置の開発が重要と考えた。最初に砂礫層での施工に際しての課題を解決するため、下水道工事等の推進工事で実績のある掘削装置のヘッドを改造したもので、予備実験を行った。

図-3に示すような実験用の模擬土層（最大礫径 50mm 程度の砂礫層）をタンク内に造成した。



図-3 掘削実験概要図

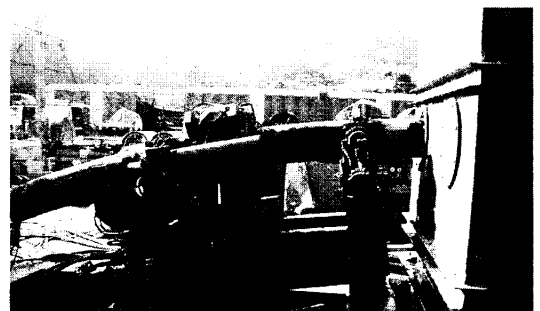


写真-1 実験状況

4. 実験状況等

この実験の結果では、毎分 10～20mm 程度の掘進が可能となることを確認した。このため、曲線ボーリング技術の深度化を進めることとし、都市部の立坑等での施工の際に現出した玉石層で、掘進が可能な装置の開発条件を確認することが重要であるとの認識のもと実験を計画した。

図-4に示すように、タンク内に 100～300mm 程度の玉石層を想定した模擬土層を造成し、実験を進めた。

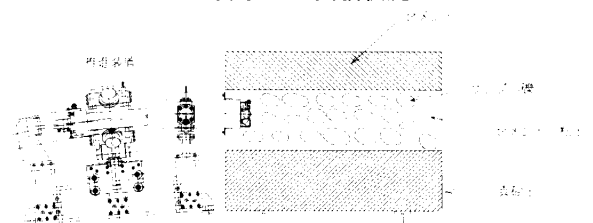


図-4 模擬土層状況

写真-1に実験状況を示す。土層の造成に当たっては、より現地盤に近い状態にするため、砂礫の周囲にセメント、ベントナイト等を混合し、ランマで締固めを行った。

土層の造成状況を写真-2に示す。

今回の実験に使用した推進装置は、当社が施工した首都高速中央環状王子線の「東北本線王子駅構内首都高速道路新設工事に伴う支保工敷設工」工事のものであり、使用した先導管、曲線鋼管の仕様は外径φ267.4mm、曲率R=8mである。

写真-3は、掘進途中に先端部を引戻して、玉石の切削状況を目視したものであり、右側に切削した玉石、正面右上に一部が切削された玉石を、それぞれ確認することができる。

また、この時点での掘進速度は1～3mm程度であった。

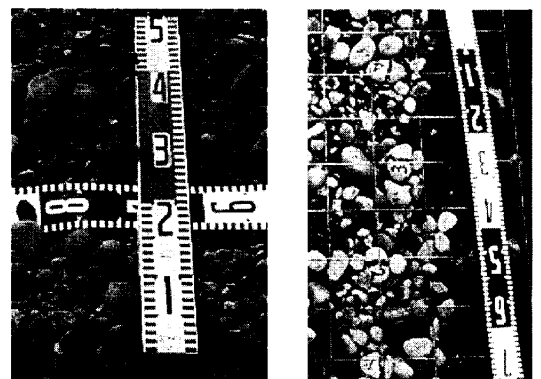


写真-2 土層造成状況

5. おわりに

本実験では、砂礫層、玉石層での曲線ボーリングが可能であるかを検証することが目的であり、成果を得たと考えている。

今後は、この実験で得たデータを分析し、掘進速度のアップ等を含めた（施工時の機能性を考慮した）先端装置の改良、高水圧に対応できる機構の開発・施工実験を進めるつもりである。



写真-3 礫模擬土層掘削状況