施工機械改善によるHEP＆JES工法の適用範囲拡大

ジェイテック　　正会員　○渡邉　久智
JR東日本　　正会員　齋藤　貴
鉄建建設　　正会員　小野　威

１．はじめに

HEP工法は、到達側に設置した牽引装置で、掘削装置に定着したPC鋼より線を引張ることにより、掘削装置に連結されたエレメントを発進側から挿入する工法である。先行エレメントと継手部2箇所をかみ合わせることによってガイドして、エレメントを順次連結しながら所定の位置に挿入する。HEP工法概念図を図－1に示す。JES工法は地中に挿入するエレメントの軸直角方向に力の伝達可能な特殊継手（JES 継手）を有する鋼製エレメントを用いることにより、路盤面下に非開削で箱型ラーメン形式や円形等の構造物を、延長に制約されずに構築することが出来る。JES工法の配置図を図－2に示す。HEP＆JES工法とは上記2工法を合わせて地下構造物を構築する工法である。

HEP＆JES 工法開発当初、掘削機械として開発されたのはオーガータイプ掘削機であった(写真－1)。オーガータイプ掘削機で支障物の存在により地山掘削が困難になった場合、先端の機械を引抜き人力掘削に切替えて施工しているが非常に施工効率が悪くなる。また、オーガータイプ掘削機は大径の玉石を含む砂礫層には対応しておらず、そのような地山には人力掘削を採用していた。そのため、HEP＆JES工法における効率的な牽引掘削のために掘削機械の適用範囲の拡大が求められていた。今回は、本工法の更なる施工効率の向上と適用範囲の拡大に向け、既存のオーガータイプ掘削機械の改善とレキ対応掘削機械の開発について報告する。

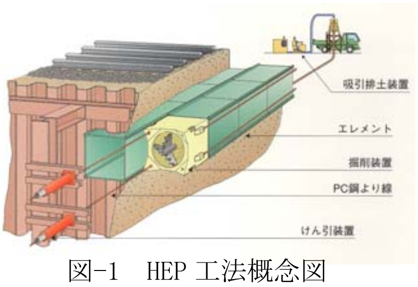

図-1　HEP工法概念図

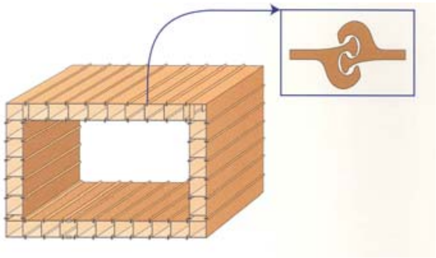

図-2　ｴﾚﾒﾝﾄ配置図

写真-1　HEP掘削機(当初ﾀｲﾌﾟ)

２．施工機械改善内容

１）オーガータイプ掘削機の改良(写真―2)

開発当初のオーガータイプ掘削機械に対して、これまでに以下の内容の改良が進められてきている。

①カッターヘッドの拡大による投影掘削率（エレメント断面に占める掘削断面）の向上　②カッターチップ(刃先構造)の改良による切削抵抗の減少　③スクリュー一体型カッターの採用による土砂排出能力向上　④刃口先端にウォータージェットを装着することによる掘削、土砂取込み補助

今回、固結シルト層の非常に硬い地層（N値=20～30）を含むA現場での施工のため、現状のオーガー掘削機の更なる改良に取り組んだ。主な改良項目は以下のとおりである。

・掘削機械前面にスクレーパ状の刃先を装着し、四隅の切崩し機構改善
・地山芯抜きを目的に、カッターヘッドの延長（350㎜）及びビット強化
・カッターヘッド後部のスクリュー内空拡大による土砂取込み効率向上
・牽引ワイヤー取付クランプの増設により牽引力増加

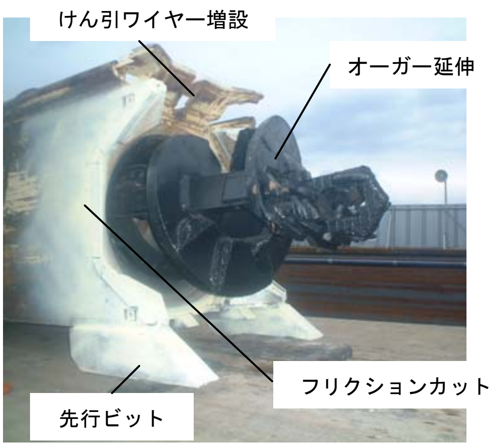

写真-2　HEP掘削機(改良型)

キーワード　地下構造物、HEP＆JES工法、掘削機械

連絡先〒101-0051　東京都千代田区神田神保町三丁目12番3号神保町スリービル６Ｆ　㈱ジェイテック　TEL03-5215-5614

・掘削機械前面より突出した継手部に先行ビット（カッター）を増設して先端抵抗低減

・掘削機械先端周辺部にフリクションカット用の帯鉄板取りつけ

２）レキ対応掘削機の開発(写真－3)

砂礫層における掘削方法については、①破砕方式、②取込み方式が検討されたがHEP＆JES工法の特徴である低土被り、地盤隆起などを考慮して、バケット＋油圧ハンマー搭載型の取込み方式を採用した。

開発した砂礫層対応掘削装置は、外郭部分に設置された油圧ハンマーで砂礫層に振動を与え周りの礫、土砂を崩す。それを掘削装置中央に配置されたバケットにより、砂礫土砂の掘削・掻き落としを行う構造である。また、施工にあたっては掘削機械の先端にCCDカメラを設置し、中央制御管理室で切羽の状況をモニターしながら掘削作業を行う。開発時のレキ対応掘削機の対象土質としては、①最大レキ径：20cm以上の玉石、②レキ率：30％程度を想定していた。

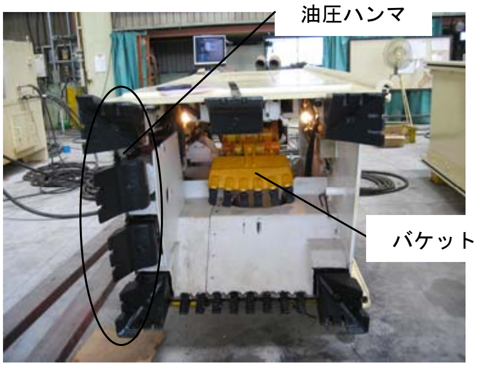

写真-3　レキ対応掘削機

３．各施工機械の施工結果

１）改良型オーガータイプ掘削機

A現場において、現状オーガー掘削機と改良型オーガー掘削機との施工性の比較を行った。現状掘削機では、固結シルト層の掘削では牽引力が増大し（牽引力約 150ｔf)、マシン先端からの排土が出来ず結局人力施工に切替えて施工した。一方、今回採用した改良掘削機では、掘削速度80～100mm/min、牽引力は最大50ｔf以下で順調に掘削できた。

２）レキ対応掘削機

レキ対応掘削機は現時点（H18年3月）までに試験施工も含めて5件の施工実績がある。その中で昨年度施工した現場（B現場、C現場）について報告する。

B現場　土質：(上床板）砂礫層、(側壁・下床板）砂礫～粘土混じり細砂・細砂、N値：40～50以上、レキ率：60％程度、最大レキ径：20cm程度

写真-4　C現場　レキ状況

C現場　土質：(側壁）玉石交じり砂層、N値：15～50、最大レキ径：30cm程度

上記のB、C両現場において、大きな問題もなく掘削牽引が完了している。写真-4は、C現場でのエレメント牽引方向に対して出現したレキの配置を再現したものであり、このような地質でも掘削牽引が可能であった。

表-1に開発したレキ対応掘削機と他掘削方法との比較表（データは試験施工時の代表値）を示す。

表-1　従来工法との比較

	人力掘削	現状掘削機	レキ対応掘削機
掘削機構	スコップ、ピック	カッター（オーガー）形式	ハンマ・バケット
掻き込み機構	スコップ	リボンスクリュ形式	バケット
純牽引速度	10mm/min以下	50～100mm/min以下	10～50mm/min以下
対応レキ径	割岩により制限はないが、時間を要する	20cm以下だが、一度に大量処理することは不可	30cm程度まで

４．まとめ

今回改良を加えた掘削機械により、施工上の大きな不具合もなく、掘削スピードの向上、対応土質の適用範囲拡大を図ることが出来た。今後もHEP＆JES工法の基本設備である掘削機械はもちろん、その他施工機械の改良に取り組むことにより施工効率をさらに高めるための改善計画を進めている。今後も工法改良に努めることで、HEP＆JES工法をより適用範囲の広い工法にし、幅広いユーザーの要望に応えていきたいと考えている。

参考文献

・HEP＆JES工法でJR中央線直下に首都高ボックスカルバートを構築　トンネルと地下第37巻2号　2006年2月　pp13-24

・線路下横断工法における機械施工の取り組み　建設機械　2003.5　pp6-11