

矩形断面トンネル築造技術「パドル・シールド工法」の開発(その2)

清水建設(株)	正会員	金丸 清人
清水建設(株)	正会員	松浦 幸彦
カヤバシステムマシナリー(株)		河内 章
カヤバシステムマシナリー(株)		川井 貴史
カヤバシステムマシナリー(株)	正会員	小高 宏幸

1. はじめに

高速道路のランプ部や立体交差部、地下通路などでは、低土被りや各種埋設管の存在などにより、矩形断面形状による非開削トンネル施工のニーズが、昨今高まっている。本工法は矩形断面形状による、低土被り掘進時の合理的な掘削方法を目指して開発・実用化した。本稿では本工法に使用される機体の概要を報告する。

2. 機体の概要

本工法に使用される機体は矩形密閉型泥土圧式シールドであり、軟弱地盤に対応する掘削機構と本体構造を採用している。基本構造としては低土被り、軟弱地盤対応に特化し、コストダウンを図っている。

掘削部は機体に対して横方向配置の円筒形カッタヘッドを採用している。掘削装置は上下方向に複数段を装備し、横方向は中央部を広く掘削するセンターカッタと両端部にはサイドカッタを装備している。カッタヘッドの直径とセンターカッタの長さは変更が容易であり、これと装備数を変更



することにより断面形状への適応性を高めている。低土被り掘削時に地表面の沈下を抑制するため、最上段の掘削装置に前後スライド機構を装備している。2段目以下の掘削装置は地山性状によりスライド機構を付加することが可能である。最下段に位置する掘削装置は本体の前進により掘削を行うため、スライド機構は装備しない。比較的小断面で、2段目以下の掘削装置が2～3段の場合は、最上段掘削装置のみスライド機構を装備する。掘削装置後方にはチャンバーとパドルスクリーを装備しており、最上段の掘削装置は単独で前後スライドするため、1段のカッタに対し1基のパドルスクリーと独立チャンバーを装備している。2段目以下の掘削装置は複数段のカッタを1ユニットとし、各ユニットに1基のパドルスクリーとチャンバーを装備しており、1ユニットは2～3段のカッタで構成される。パドルスクリーはカッタで掘削した土砂と添加剤の攪拌混合および、攪拌混合した土砂を排土部へ横移動させる機能を有している。排土についてはスクリーコンベアによる排土を基本とし、土砂性状や添加剤の種類によりリボンスクリューの装備も可能である。スライド機構が装備されている掘削ユニットは、カッタから排土スクリーまでを1ユニットとし前後スライドする。図-1に当工法のイメージ図を示す。

キーワード：パドル・シールド工法、矩形断面、シールド

連絡先：〒105-0012 東京都港区芝大門2-5-5 カヤバシステムマシナリー(株) 営業3部 TEL 03-5733-9441

3. 機体の特徴

機体の特徴を列記する。

低土被り、軟弱地盤対応に特化した構造を採用し、機体製造コストを低減

ユニット化した掘削装置構造と、それに採用する駆動機構、支持機構を汎用品で構成することにより、従来の矩形シールド機と比較して製造期間の大幅な短縮が可能

掘削装置部の構造がシンプルなため、基本構造を変更せずに多様な断面に対応可能

上下に独立した土砂チャンバーを保有し、緻密な土圧管理が可能

カッタおよび背後のパドルスクリーンの強制攪拌により、チャンバー内での土砂の均一な塑性流動化が得られ、安定した地山の保持が可能

パドルスクリーンとカッタの独立制御が可能のため、安定した攪拌混合が可能

大きな特徴として、小型のカッタを多数装備する構造のため、従来のシールド機では必要となるカッタ支持用の大型ベアリングを必要としない。これによりコストダウンと製造期間の短縮を図っている。また、カッタの装備段数と装備列数を増加させることにより大型の断面に対応可能であり、カッタ直径の変更により断面形状の微調整も可能である。

4. 実証実験機

実証実験は平成22年3月12日から掘進を開始し4月3日に所定の掘進を終了した。

実証実験に使用した機体は掘削断面が2.1×2.1mで上段1段のスライド機構付掘削装置と2段の固定掘削装置で構成されている。パドルスクリーンも上段、2段目以下に各1基ずつ装備した。

実証実験機ではコストダウンと製造期間短縮のため、カッタモータに油圧ショベル等の走行装置に使用される減速機付油圧モータを採用し、カッタ

の支持と駆動を同時におこなう構造とした。油圧モータは各センターカッタに2台、サイドカッタに1台の合計12台を使用した。添加剤はカッタ支持部先端から切羽に向かって注入する構造とし、上段カッタ支持部の2箇所、2段目以下カッタ支持部の4箇所の合計6箇所から注入を行った。排土はスクリーコンベアを採用し、上段1基、2段目以下1基の2基を装備した。上段掘削装置のスライドは、実験に使用されるセグメントにあわせ50cmの前後スライドが可能な構造とした。上段掘削装置に2台、2段目以下掘削装置に4台の土圧計を装備しており、これを常時監視しスクリーコンベアの排土量を調整しながら所定の土圧を維持し実験を実施した。実証実験機を写真-1および図-2に示す。

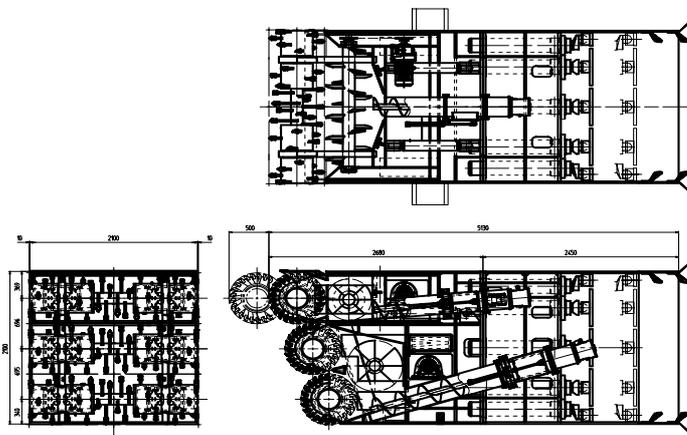


図-2 実証実験機概要図

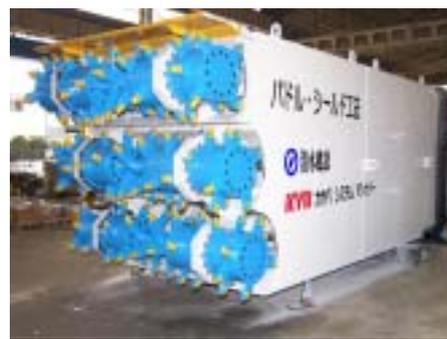


写真-1 実証実験機

5. おわりに

今回、コストダウンと製造期間短縮を目標として実証実験機の製作を実施し、無事実験を終えることができた。コスト面については検討課題が残ったものの、製造期間の大幅な短縮に成功した。より大型の施工用機体製作のため、今回の実験結果を生かし検討を重ねていく予定である。