

4. スクリュー排土方式1.2mφ削土加圧式 推進機の開発

関東電気工事(株) 亀田 靖 人
日立建機(株) *細 谷 好 繁

1. まえがき

最近のシールド工事、推進工事では従来以上に小口径化の動きが顕著である。

小口径シールド、小口径推進機の配慮すべき点として ①、掘削手段および切羽の安定をどの様な方法で行うか ②、掘削土砂をどの様な方法で推進立坑まで搬送するか ③、坑内無人化を図るため機械の姿勢制御、測量をどの様な方法で行うか 等をあげる事ができる。

今回、関東電気工事(株)殿と共同開発を行った1.2mφ削土加圧式推進機は密閉式推進機のチャンパー内土砂により切羽の安定を図り、チャンパー壁面土圧計により土圧を検出し、元押速度の増減一次スクリーコンバヤ回転数増減で土圧管理を行いながら推進し、二次スクリーコンバヤにより立坑までの排土を行うものである。

また推進機にはテレビカメラを設け立坑からの基準点となるレーザービームを受光し、操作盤面に表示すると共に、全遠隔操作方式とし坑内無人化を図ったものである。

二次スクリーコンバヤについては砂層での予備実験を行い、続いてシステム全体としての実証テストを行ったが良好な結果を得る事ができたので報告する。

図-1に1.2mφ削土加圧式推進機のシステム全体図を示す。

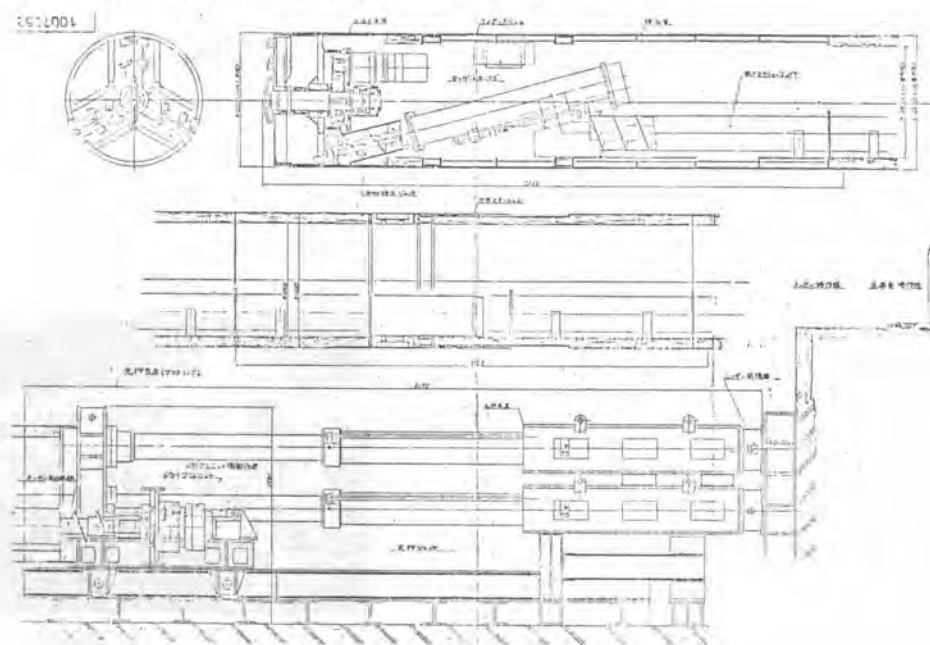


図-1. 1.2mφ削土加圧式推進機システム図

2. 予備実験

実機設計、製作の前に二次スクリーコンバヤについてのみ予備実験を行った。

100mの水平搬送について砂層で確認を行ったものである。実験結果を図-2、図-3に示す。

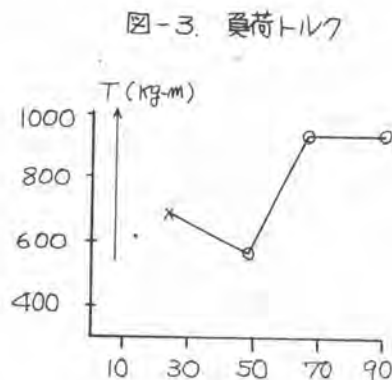
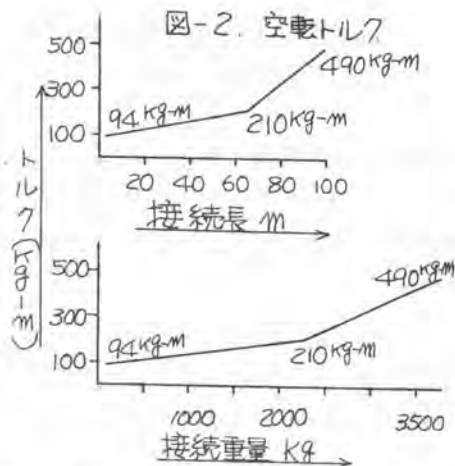


図-2は逐次スクリー軸を接続延長していき、各長さ毎に空転時のトルクを計測したものであり、図-3はケーシングの4点に観測孔を設け、排土先頭部が測点を通じた時のトルクを測定したものである。2種のスクリー軸を使ったため自重相異なるトルク屈折点が見られるが当然ながら接続長さの伸長に伴い、ほぼリニアである。図-3については中央部分に排土が進みスクリー軸を浮かせる結果となりケーシング、スクリー軸間の抵抗が軽減されたものと判断する。

3. 掘進機

密閉式とし、掘削土質により減摩材供給可能、面板着脱方式、後続管設置、電気品ターゲット、方向修正ジャッキ用パワーユニット、ジャッキ、ゲートのストロークセンサー等を内蔵。

4. 元押し装置

ストラットの盛り替え等、段取りに要する時間を縮減するため150t×3250St×4本の2ストローク元押しジャッキを採用した。又、プレスリング上にはスクリー軸駆動のドライブユニットを揺動自在に取付け、軸接続の時間短縮を図った。図-4に元押し装置を示す。

5. 二次スクリーコンバヤ

予備実験の結果を踏まえ、土圧制御を行う一次スクリーコンバヤの2倍の排土能力とし、基本長2.43mのものを逐次接続していくものとして設計を行った。

主仕様は下記の通りである。

刃径：φ280 回転数：0~23 R.P.M.
 電動機：55KW トルク：最大 2500kg-m

油圧ポンプ：134/209 ℓ/min at 210/140 kg/cm² 図-4. 元押し装置

軸接続 六角アダプタージョイント方式

ケーシング接続 相フランジボルト接続方式



ケーシング支持：下半120°湾曲をり3点支持。
 外部配管：減摩材用2本，ケーブル2本。
 図-5に ヒューム管内ケーシング，スクリー
 ー軸の設置方法を示す。



図-5 スクリュー設置方法

6. 制御

ヒューム管内径1000mmの内部にφ318.5
 のケーシングがあり狭隘なため推進機は全速隔
 操作とした。

土圧表示，方向修正ジャッキのストローク表示，

スクリーゲート開度表示，ピッチングローリング表示，

レーザ光受信モニター表示，その他を立坑下設置の操作盤に集約し，ワンマンコントロールを可
 能とした。

図-6に操作盤を示す。



図-6 操作盤

7. 実験施工

関東ローム層，N値2~3，土被り2.3m

掘進距離 98.34m（途中，一部区間は模擬
 地盤として滞水砂層を形成）

地下水位 管底以下。

上記条件で実験施工を行った。

実験データを図7-1，図7-2に示す。

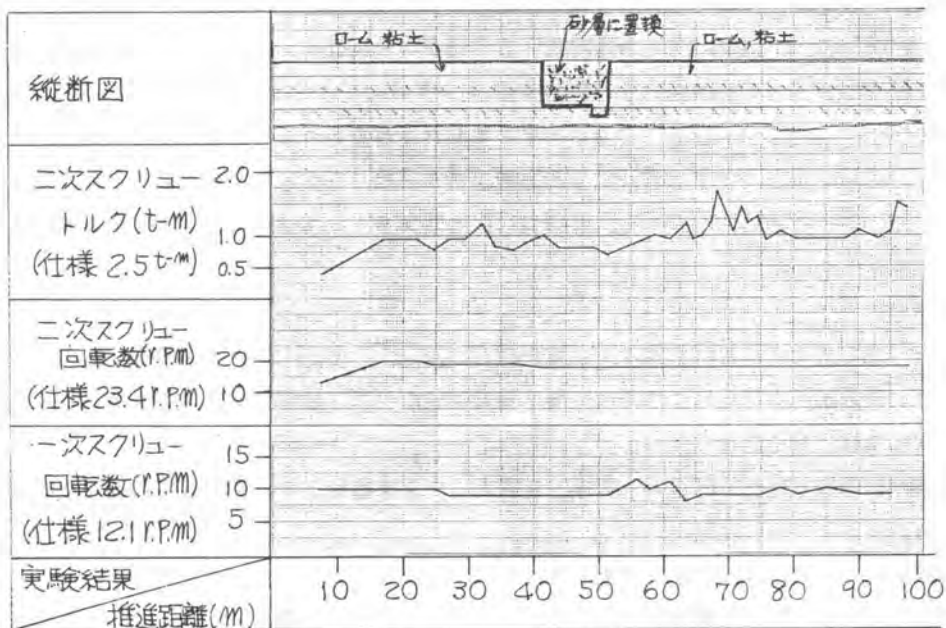
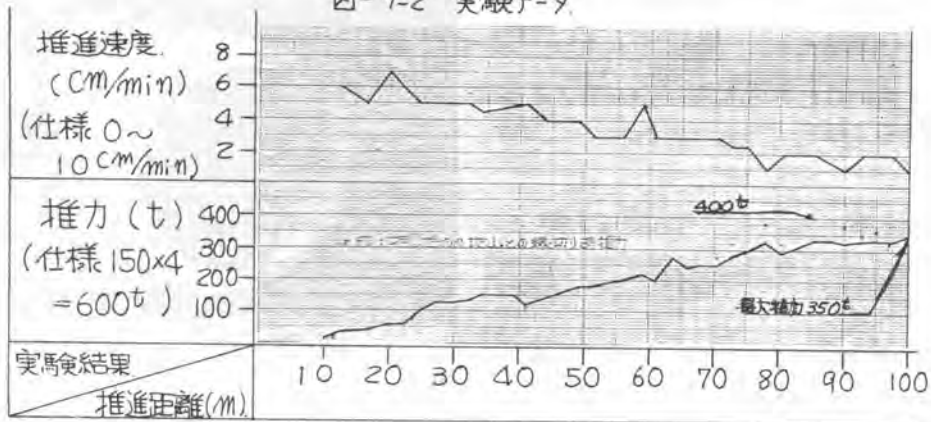


図-7-1 実験データ

図-7-2 実験データ



8. 実験結果のまとめと考察

- (1) 二次スクリーコンバヤの仕様は予備実験における空転時のトルク、土砂搬送時のトルクと排土量、搬送効考スクリーウ軸とケーシング間の摩擦係数などを基に設計を行い、トルクは最大2.5 t-M, 回転数 0~23.4 R.P.M の仕様値としたがトルクのピーク値は 1.7 t-M であり今回同様土砂搬送の場合、トルク余裕分で推進距離の伸長を図る事ができる。
- (2) 又、推進速度から求められる掘削土量と、二次スクリーウ回転数の度係から排土効率(充填率)を求めた結果二次スクリーウコンバヤの回転数も十分な能力がある事が判った。
- (3) スクリーウ軸、ケーシングの接続については工事初期に多少時間を要した。段取り時間の縮減を図り全体としてのスピードアップを行う
- (4) 推進能力 算定推力 500t に対し稼切り推力は 360~400t に達した。
ヒューム管周辺への減塵材注入の遠隔操作を今後考えていきたい。
中押し装置は装備したが使用せず、動作確認のみ行った。
- (5) 方向制御性、モニター表示によるレーザー基準点の位置および移動表示、方向修正ジャッキストローク表示によるマニュアル操作とした。推進機の姿勢はこれらの表示とピッチングローリング計の併用により把握可能であった。今後はCPU使用とし、システムアップを図り精度の向上、省力化を図っていく。

9. あとがき

スクリーウコンバヤによる排土搬送、全遠隔操作制御という課題にひとつの解答、方向づけが得られたものと考え。本年6月には滞水砂層(最大径50mmの礫混り)の施工を完了し、各機能を実証する事ができた。

開発機種という事で終始 御指導と御協力を賜わった関東電気工事の関係各位に深く御礼を申し上げます。

尚、より詳細については下記文献を参考にされたい。

日本プロジェクトリサーチ講演会テキスト(84.7) P40, 亀田。