

『シールドマシン再発進時、縁切り掘進』について

佐藤工業株式会社 正会員 ○山形 俊文

1. はじめに

本工事は、大阪市北区中津 2 丁目に発進立坑を設け、西天満 4 丁目までを泥土圧シールド工法で内径 $\phi 2,144$ mm のトンネルを、また、同じ発進立坑より豊崎 7 丁目までを泥濃式推進工法で内径 $\phi 2,000$ mm のトンネルを築造して、その内部に $\phi 1,500$ mm の鋼管及び鋳鉄の水道管約 3,300m を布設し、既設水道管との連絡を行う工事である。当工事の一次覆工 1,640m 時点を掘削中（図 1）、No.4 中折れジャッキ支持鋼材接続部が損傷した。地下水の止水、損傷原因の特定、補修のため、シールドマシンは、損傷箇所にて約 1 年停止した。そのため再発進時、カッターヘッドの回転不能、シールドジャッキの推力上昇により掘進不能に陥った。

本稿ではシールドマシン再発注時の縁切り掘削について報告する。

2. カッターヘッド回転不能

2.1 カッターヘッド回転不能状況

破損したシールドマシンを補修後に、撤去していたシールドマシン機内機器の復旧をおこなった。カッターヘッド油圧ホースを復旧後、試運転をおこなったがカッター圧が装備最高圧力34.3MPaまで上昇し、回転不能であった。

2.2 カッターヘッド回転不能原因

シールドマシンの損傷後、下記の理由からカッターヘッドを回転することができなかった。

- ① シールドマシン損傷箇所から地下水が流入していたため、カッターヘッドを回転させることにより地山を乱し流入量が増える懸念があった。
- ② 損傷箇所の止水、補修を行うためにシールドマシン機内機器、油圧ホースを撤去したため。
- ③ シールドマシン整備のためシールドジャッキを撤去しており、カッターヘッドを回転させた際、反力が足りずにシールドマシンがローリングする恐れがあった。また、ローリングすることにより、シールドジャッキを撤去した際に設置したバックリング防止鋼材が破損する恐れがあった。

上記の理由から1年間カッターヘッドを回転させることができなかった。そのため、チャンバー内の土砂が沈降し圧密及び固結されたことにより、カッターヘッドを拘束し回転不可となった。また、止水する際に注入した薬液注入及び発泡ウレタンがカッターヘッド周辺・チャンバー内に周ったことでカッターヘッドが拘束されたことも回転不可の要因と考えられる。

2.3 チャンバー内削孔・高圧噴射攪拌

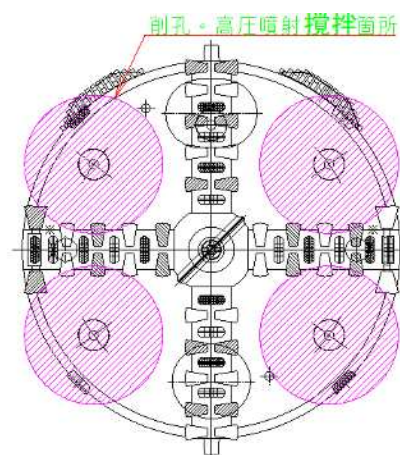
チャンバー内で圧密及び固結した土砂を攪拌するため、注入口から、ミゼットドリル(写真 1)による削



図1 シールドマシン進捗図



写真1 ミゼットドリル



圖一2 削孔・高压噴射攪拌位置圖

孔・高圧噴射攪拌をおこなった。高圧噴射により攪拌土砂をスクリーコンベアで排土を行いながらカッターヘッドを回転させた。カッター回転の可動域がしだいに広がり回転することが可能となった。その際、地山保護のため排土と同時に、クレーサンド（TAC-β）と特殊水ガラス（TAC-3G）を混合させた高粘性補充材（クレーショック）を注入した。

3. シールドジャッキ推力上昇

3.1 背景

シールドマシン機内機器復旧後、掘進を再開したが、総推力がシールドジャッキの最大装備推力 6,000kN まで上昇しても前進しないため、掘進不可となった。

3.2 推力上昇原因

下記の理由が推力上昇の原因が考えられる。

- ① 1年間停止していたことでシールドマシン周辺の地山が固結したことによりマシンが拘束され推力が上昇した。
- ② 機内出水時に止水のため注入した薬液注入及び発泡ウレタンがマシン周辺とテールブラシ内部に周ったことでマシンを拘束し推力が上昇した。

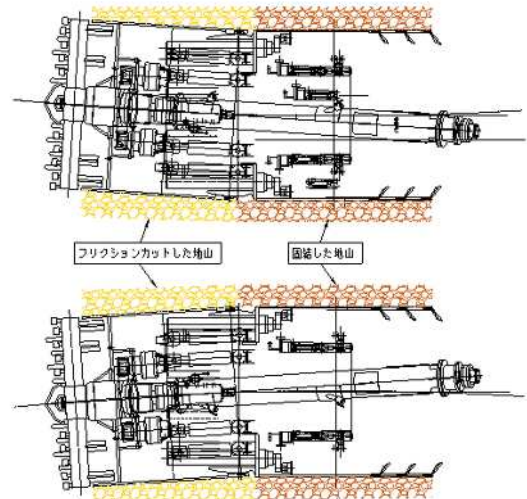


図3 中折れ揺動

3.3 中折れジャッキによるフリクションカット

地山による拘束力を低減させるために、中折れジャッキの伸縮をおこなった。中折れジャッキを上下左右に伸縮させ、図3のように前胴を揺動させた。この動作を繰り返すことで、前胴周辺地山の拘束力を低減することにより前胴のみ前進することに成功した。

3.4 マシン後胴周囲高圧噴射攪拌

次に後胴の地山からの拘束力を低減させるため、図4に示している注入口から削孔、高圧噴射攪拌をおこなった。高圧噴射攪拌により地山を攪拌することと、スキンプレートと地山にできた間隙に滑剤を注入することで、さらなる拘束力の低減をおこなった。

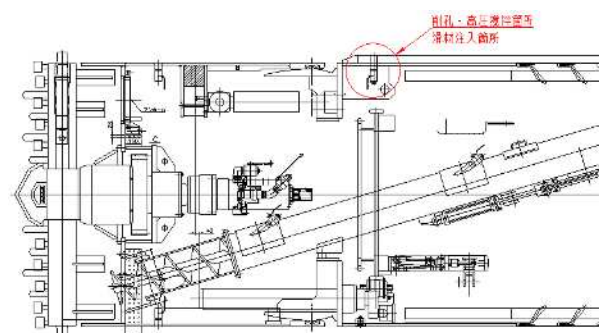


図4 高圧噴射攪拌位置図

4. まとめ

シールドマシンの大規模な補修後、様々な対策をおこない掘進可能となった。今後は地下鉄、国道、共同溝など様々な重要構造物との近接施工となり、さらに土質条件が洪積砂礫層から沖積砂質層と変化するため、精度の高い掘進管理が求められる。しかし、シールドマシン整備をおこなったが、推定されるカッタービットの摩耗及びスクリーコンベアの摩耗状況から到達までの掘進は困難であると考えられる。よって、到達までの掘進を万全におこなうために、新造のシールドマシンとの入れ替えをおこなう。今後は、掘進と並行して、既存のシールドマシンと交換するため中間立坑を築造する。点検及び不備のあるものは交換、補修をおこない掘進能力を維持し、無事中間立坑まで到達するよう尽力するものである。