

13. DPLEX（偏心多軸）シールド工法による 下水道トンネルの施工

大豊建設(株)：平林 勉、近藤 紀夫
富沢 勉、*高村勝之進

1. はじめに

近年、東京都下のシールド工事は益々施工条件が厳しくなっている中、当工事は内径φ2,600mm、路線延長1,455.9mで、路線上にJR小名木川橋梁の橋台、松島橋の橋台橋脚、JR砂村運河橋梁の橋台橋脚の近接構造物があり、地中障害物として仙台堀川護岸の残置鋼矢板(Ⅲ型L=15m)が2カ所ある。この位置は親水公園内であり、地上からの対応が困難なため、



図-1 計画平面図

シールド機内より地盤改良および鋼矢板を切断・撤去する計画になっている。到達部は立坑の炭素繊維補強コンクリート壁を切削して到達する。(図-1参照)

地質は、表土・埋土、上部有楽町層、下部有楽町層で、トンネル土被りは8~11.5m、掘進対象地盤は下部有楽町層でありこの層は地下水にメタンガスが微量に溶存している。(図-2参照)

これらの条件下でDPLEX（偏心多軸）シールド工法によるトンネルの築造について紹介する。

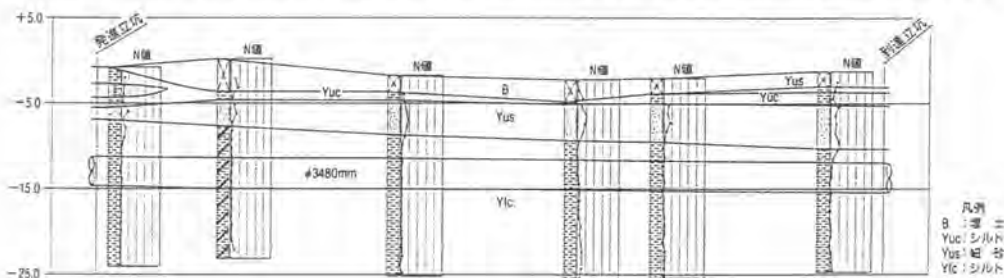


図-2 地質縦断面図

2. 円形DPLEX(偏心多軸)シールド

2-1. 掘削機構およびシールドの特徴

円形のカッターフレームは、3基の回転軸の先端に偏心して支持され、回転軸を同一方向に回転させることで、カッターは平行リンク運動を行う。これにより、カッター形状と相似形の円形断面を掘削できる。下部の2軸はカッターモータを備えカッターを駆動し、上部の軸はサポート軸でありカッターモータを設けな

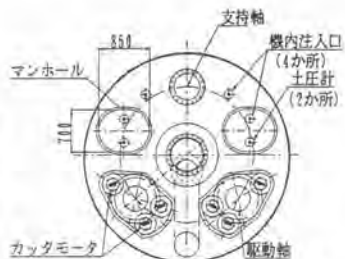


図-3 シールド隔壁部断面図

いため、隔壁の後方に広い作業空間を確保できる。このため、隔壁には注入角度が可変の注入孔を4カ所設けることで全断面機内注入を可能としている。また鋼矢板撤去のために、大きなマンホール(700×850mm)を2カ所設け、作業の安全性を高めている。(図-3参照)

シールドテールシールおよび中折れシール部からのメタンガス湧出防止のため、グリス自動充填装置を装備している。

2-2. シールド主仕様

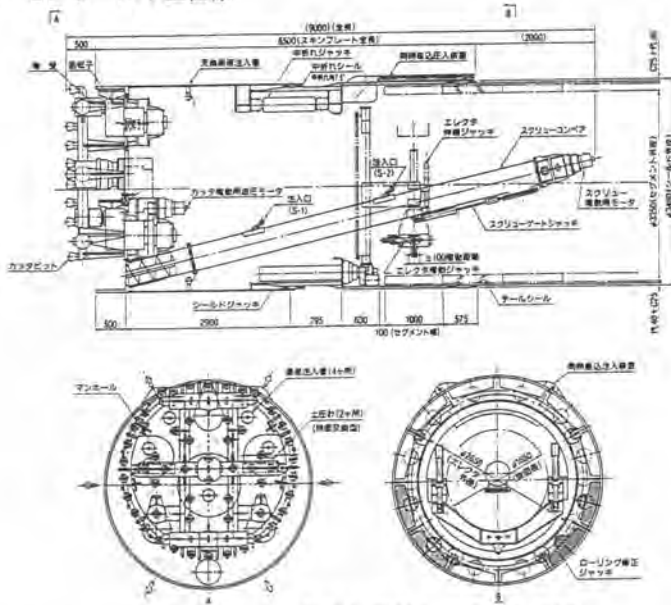


表-1 シールド主仕様

シールドジャッキ	100t×12本
中折れジャッキ	100t×10本
カッター駆動方式	出圧駆動
カッタートルク	最大27.2tf・m (α=1.5)
カッター回転数	最大3.9rpm
カッター回転半径	R=250mm
スクリューコンベア	φ370mm
オーバーカッタ	2基

図-4 DPLEXシールド全体図

2-3. カッタービット

カッタービットは全方向が切削すくい面となるクロスルーフビット(十文字ビット)を主ビットとし、ルーフビット(一文字)を補助ビットとして配置した。カッタービットは、全て直径0.5mの円形の軌跡を描く。また、同時裏込注入管の突起部もカッタービットの配置を考慮することで、切削が可能となっている。(図-5参照)

2-4. カッタートルク

カッターは、平行リンク運動により駆動するため、全てのカッタービットは、回転半径25cmで切羽を切削する。このためカッタートルクは、単軸カッタに比べ装備トルクを小さくでき、当機では単軸装備トルク(α=1.2~1.6)の約1/2~1/3としてトルク係数α=0.64とした。

3. 裏込め注入

裏込めは同時裏込注入方式を採用した。シールドテール部に同時裏込注入装置を装備し、注入口の近くにテール圧力計を取り付け裏込注入圧力を管理するとともに、注入・充填後、早期に凝結する可塑性固結タイプの裏込材を使用し、軟弱シルト層の地表面沈下を最小限に抑える対策をとっている。

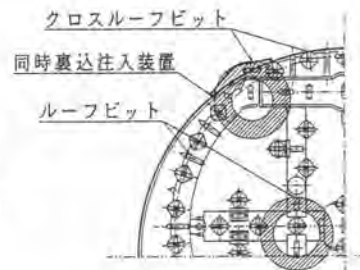


図-5 ビット軌跡図

4. メタンガス対策

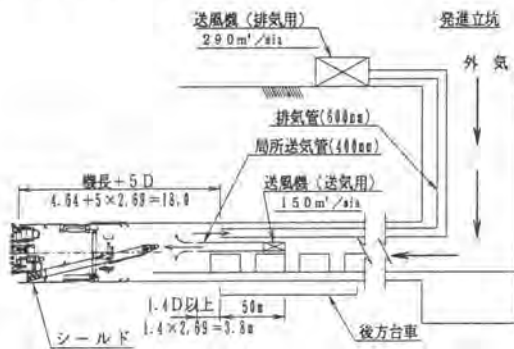


図-6 換気設備図

切羽、後続およびシールド坑内100m毎に1カ所ガス検知器を設置し、地上管理室での集中自動管理を行う。換気方法は、地上に排気式ターボブロワ、坑内に送風機を設置して集中排気方式により強制換気を行う。(図-6参照)

土砂搬出は、スクリーコンベアへ一次圧送ポンプを直結し、二次ポンプのホッパーも密閉式とし土圧計によりホッパー内の土圧管理し、外気に接触することなく地上の土砂ホッパーまで圧送する。

5. 施工

5-1. シールドの掘進管理

(1) 掘進管理土圧および地表面沈下

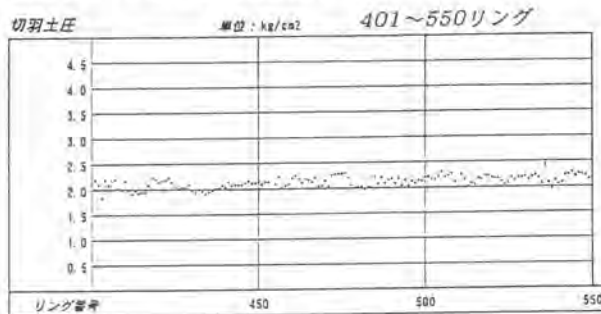


図-7 掘進土圧変化図

掘進時の泥土圧は、シールドの隔壁に設けた土圧計により管理する。本掘進では、管理土圧を1.8~2.4kgf/cm²とし、地表面沈下は5~7mm程度の範囲となっている。(図-7参照)

(2) カッタートルク

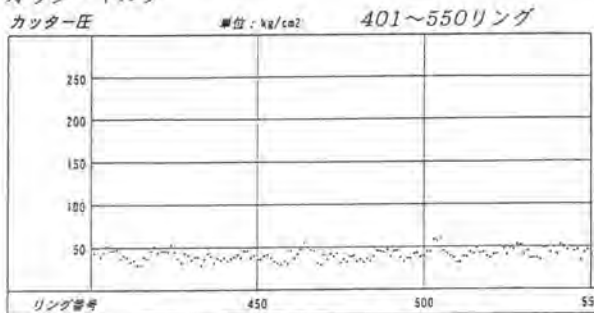


図-8 カッター油圧変化図

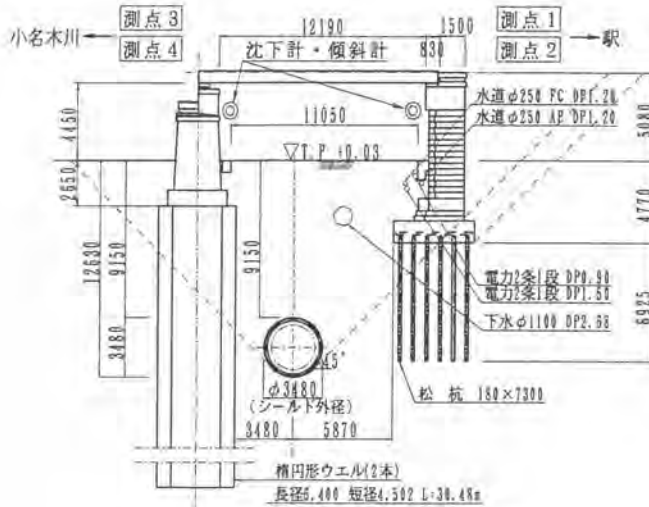
本掘進時のカッタートルクは、カッターモータの油圧で30~60kgf/cm²であり、装備トルク($\alpha = 0.64$)の約1/5程度($\alpha = 0.13$)で掘進している。(図-8参照)

(3) 排土量管理

スクリーコンベアに直結した土砂圧送ポンプの排土管に、RI(ラジオアイソトープ)水分密度計を設け、排土の密度、含水比をリアルタイムに測定した。

排土量は、複数の測定装置で測定しており、圧送回数が最も良い精度となっている。

4-2. 地盤変状



発進から40m地点の、JR貨物小名木川橋の橋台の計測実績では、ウエル基礎の橋台への影響はなく、松杭基礎の橋台で沈下が2mm程度、傾斜が1.5分程度の挙動が見られた。シールドが影響範囲を抜けた後は、変化は見られず安定している。

(図-9参照)

図-9 橋台変位測定図

4-3. 鋼矢板撤去

地盤改良は、鋼矢板手前8mでシールドを停止させ機内より薬液注入を行う。撤去作業は鋼矢板手前1.5mまでシールドを接近させ、機内から人力により切羽を掘削し、支保工を設置した後、鋼矢板を切断撤去する。また切羽を解放するため湧水・メタンガスの湧出防止対策として、坑内に圧気扉を設置し、切羽およびシールド坑内の一部を限定圧気する。(図-10、11参照)

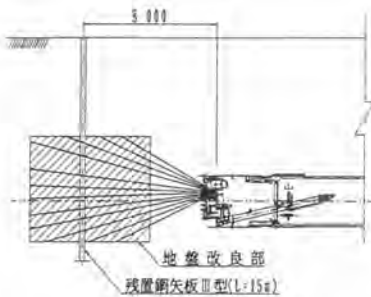


図-10 地盤改良図

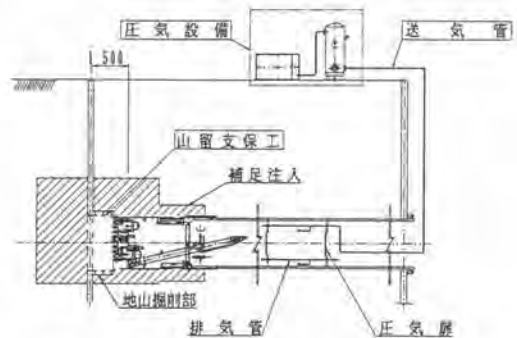


図-11 鋼矢板切断・撤去図

5. おわりに

本工事は周辺への影響も最小限で、トラブルなく順調に進み、現在鋼矢板撤去のための圧気設備および機内注入の準備を行っている。

本シールドでの機内注入および鋼矢板撤去時の作業性の確認を行い、類似工事の計画に生かしたい。また、カッタービットの磨耗量の計測は、鋼矢板撤去時および到達部立坑の炭素繊維補強コンクリート壁切削後に行い、今後のシールドやビットの設計の参考とする予定である。