

リングロックセグメントによる内水圧トンネルの施工 －芝浦処理場放流渠工事－

東京都下水道局
東京都下水道局
○三井建設
三井・鴻池・安藤建設 J V

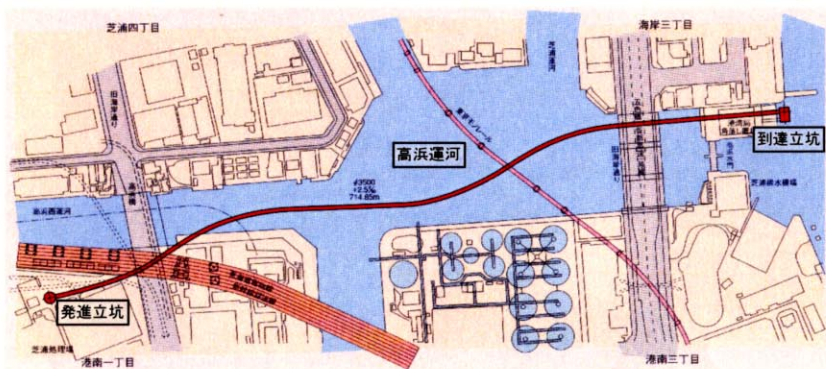
秋葉 誠
星野 晃
正会員 田村 直明
正会員 石井 一郎

1. はじめに

東京都下水道局が合流改善対策の一環として建設を進めている芝浦処理場放流渠は、処理場の現放流先である高浜運河の水質浄化および雨天時の水位上昇防止を目的に、雨天時処理水を直接東京湾へ放流するトンネル施設である。トンネルの技術条件として、満水時には最大 300kN/m^2 の高い内水圧が作用すること、並びに、コスト削減の一環として取り組んでいるシールド工法の合理的施工法の研究を踏まえ、幅広・ボルトレスタイプで内水圧対応型のリングロックセグメントを採用した。本稿では、リングロックセグメントの施工におけるシールド機の特徴と施工実績について報告する。

2. 工事概要

本工事は、図－1に示すように、芝浦処理場構内を発進基地として高浜水門付近外海に設置した到達立坑に至る外径 $4,300\text{mm}$ 、延長 715m のトンネルを泥水シールド工法により施工するものである。トンネルは、発進直後から高浜運河下の通過および鉄道、道路、共同溝などとの近接施工となる。平面線形は、橋梁基礎下の通過を回避するため $R=200\text{m}$ の曲線を4箇所設け、曲線区間の多い条件になっている。縦断線形は 2.5‰ の上り勾配で、トンネルの土かぶり厚は $13\sim 23\text{m}$ である。シールドの通過地層は、 N 値 $=50$ 以上の上総層群が大部分であるが、発進から約 300m にわたり江戸川砂礫層が上部に出現する。



図－1 路線平面図

ため $R=200\text{m}$ の曲線を4箇所設け、曲線区間の多い条件になっている。縦断線形は 2.5‰ の上り勾配で、トンネルの土かぶり厚は $13\sim 23\text{m}$ である。シールドの通過地層は、 N 値 $=50$ 以上の上総層群が大部分であるが、発進から約 300m にわたり江戸川砂礫層が上部に出現する。

3. リングロックセグメント

リングロックセグメントは、リング継手面に半径方向と接線方向に力を伝達する2種類のほぞを設け、半径方向ほぞが土水圧などの外荷重に、接線方向ほぞ(ロック部)が内水圧による引張力に対抗するRC構造である¹⁾。本セグメントは、ボルトレス構造のため作業効率がよいほか、内面平滑性や耐食性などの特長を有している。リングロックセグメントを写真－1に、基本形状を表－1に示す。

表－1 セグメントの形状

外径	$4,300\text{mm}$
幅	$1,200\text{mm}$
厚さ	200mm
分割数	6等分割
仮止め部材	斜めボルト



写真－1 リングロックセグメント

4. シールド機の特徴

本工事で使用するシールド機には、 $1,200\text{mm}$ 幅広セグメントによる覆工とトンネル延長の 60% が $R=200\text{m}$ の曲線区間であるという施工条件を配慮し、次の特徴がある。

キーワード：シールドトンネル、ボルトレスセグメント、内水圧対応、幅広セグメント、曲線施工

連絡先：千葉県千葉市美浜区中瀬 1-9-1 ポットFAセンタービル TEL043-212-7547 FAX043-212-7540

- ① トンネル外径 4,300mm に対してシールド外径を 4,450mm とし、30mm のテールクリアランスを確保した。
- ② シールドジャッキは、セグメントの分割数に合わせて配置する計画であったが、曲線施工における姿勢制御を考慮して、12 本(2 本×6 分割=12 本)から 16 本に増やした。また、シールドジャッキを全数追従式にするとともに、セグメントの凹ほぞ部に当板を設置して受圧面を形成し、ジャッキ推力による偏圧や集中荷重からセグメント端面を防護した。
- ③ エレクターのセグメント把持装置としてサポートジャッキを 4 本装備し、姿勢制御を容易にした。また、軸方向挿入型 K セグメントの挿入姿勢を的確に保持するため、B セグメント押上ジャッキを装備した。
- ④ セグメントの真円度を保持するため、上下拡張式の形状保持装置を装備した。
- ⑤ テールボイドを早期に充填してセグメントリングと地山の一体化を図るため、同時裏込め注入装置を装備した。

5. 施工実績

曲線区間は、写真－2 に示すようにテーパー量 34mm のテーパリングと普通リングを 4 : 1 の割合で組合せて使用した。以下に、施工実績の一部として真円度とセグメント組立時間について述べる。

(1) 真円度

トンネル貫通時に 5 リング毎測定した内空変位量は、図－2 に示すように鉛直・水平方向とも 15mm 以内がほとんどを占めた。鉛直方向の平均値が -6mm、水平方向の平均値が +3mm であり、トンネルはやや横長に変形しているが、その変形量は外径比 0.15% 以下と小さい。また、直線区間と曲線区間では有意な相違が認められないことから、凹凸ほぞのかみ合わせによるリング形状の保持機構が組立精度向上に効果を発揮しているものといえる。

(2) セグメント組立時間

1 リング分のセグメント供給・組立てに要する時間は、図－3 に示すように 30 分以内が 90% 以上を占めた。直線区間と曲線区間の組立時間の平均値がともに 25 分であることから、リング継手面のほぞがガイドとなりテーパリングの組立性に寄与しているものと考えられる。

6. おわりに

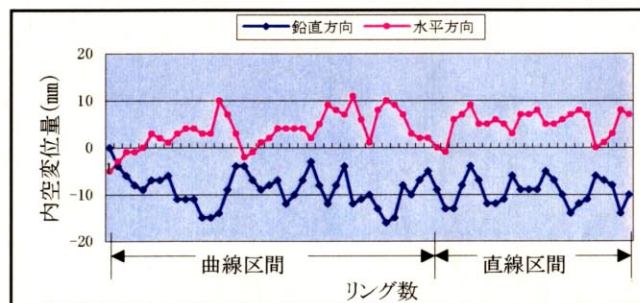
幅広・ボルトレスセグメントによるシールド合理化への試みとして実施したリングロックセグメントの施工に関しては、出来形や施工サイクルなどのデータを蓄積することができた。今後は、維持管理部門を含めての評価が必要と考えられるが、曲線施工など実施工で得られた知見をもとに、さらに作業性や経済性など改良点を整理し、これらの工夫次第でシールド工事の合理化が期待できる。

【参考文献】

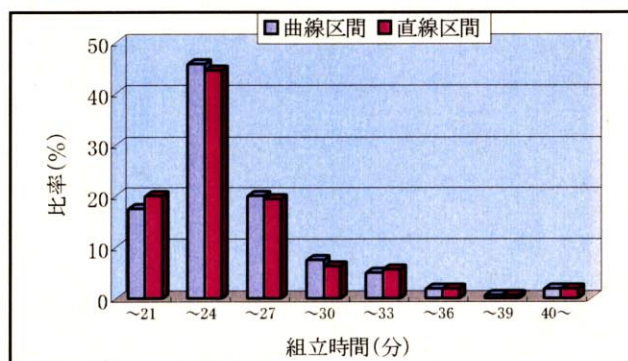
- 1) ガン プンカラ ステリー他：リングロックセグメントの設計法ほか、土木学会第 52 回年次学術講演会概要集Ⅲ-B134～138、1997. 9



写真－2 坑内の状況



図－2 トンネルの真円度



図－3 セグメント組立時間