

シールドトンネルにおける二次覆工コンクリートの長距離圧送 — 習志野市鷺沼放流幹線建設工事その4 —

Long Distance Pressure Feed of Secondary Lining Concrete in Shield Tunnel
(Discharge Main Line Construction Work in Saginuma, Narashino City Part 4)

上田 徹^{※1}
Toru Ueda

西館 亮平^{※1}
Ryohei Nishidate

【キーワード】 シールドトンネル 二次覆工 長距離圧送 コンクリート 混和剤

1. はじめに

習志野市鷺沼放流幹線建設工事その4は、習志野市鷺沼台4丁目の一部地域において、これまで台風などの大雨により浸水被害が発生したことから、抜本的な対策として鷺沼放流幹線を整備する工事である(図-1)。泥土圧シールド工法により掘削外径φ3480で973mの掘削を行ない、セグメントを設置した後、仕上り内径φ2600の二次覆工(巻厚222mm)を施工した。

二次覆工の施工箇所は、到達立坑より173mが50%の急勾配区間であり、発進立坑から800mが1%区間となっている。50%の急勾配区間である173mをNO.3到達立坑からポンプ圧送し、残りの800mをNO.5発進立坑からポンプ圧送することとした。本工事における長距離圧送の課題と、その対策について報告する。

2. 工事概要

工事件名：習志野市鷺沼放流幹線建設工事その4
工事場所：千葉県習志野市鷺沼台他地内
事業主体：習志野市
発注者：地方共同法人 日本下水道事業団
施工者：飛島・アイサワ特定建設共同企業体
工期：2020年10月31日～2024年2月29日

工事内容：

- 立坑工 シールド発進立坑，鋼矢板IV型 L=16.0m
□=13.4m×9.2m H=12.041m
- シールド工 泥土圧シールド工法 L=973m
一次覆工 掘削外径φ3480，仕上り内径φ2600

3. 二次覆工コンクリートの施工概要

3.1 施工条件

施工条件を表-1に示す。

| 項目 | 内容 |
|------|-----------------|
| 圧送距離 | 800m |
| 打設高 | GL-10m |
| 打設勾配 | 上り1% |
| 施工時期 | 2023年3月～2023年8月 |

3.2 二次覆工コンクリートの配合条件

特記仕様書に示されている二次覆工コンクリートの配合条件を表-2に示す。

| 項目 | 内容 |
|--------|---------------------------------|
| 設計基準強度 | $\sigma_{ck} = 24\text{N/mm}^2$ |
| スランプ | 12±2.5 cm |
| 骨材最大寸法 | Gmax=25mm |



図-1 工事位置図および雨水管標準断面

1. 土木本部 [土木作業所]首都圏 J S 習志野シールド作業所

3.3 長距離圧送（800m）における課題と対策

(1) コンクリート配合

長距離圧送によるスランプの低下および計画吐出量 15m³ では打設箇所までに 50 分を要することから、生コン工場で製造したレディミクストコンクリート（30-21-20-N）に、スランプ保持性、およびポンプ圧送性を向上する添加剤（フローリック社）を圧送前にミキサー車に添加することとした。この添加剤は、水溶性の紙袋にパックされた粉末混和剤であり、ミキサー車に投入できたため取り扱いが容易であった。事前に試験練りなどを行ない、圧送後のコンクリートが配合条件を満足する配合を選定した。その配合を表-3に示す。圧送前のスランプは、スランプフロー管理とし、430mm を管理値とした。

表-3 コンクリート配合

| | |
|--------|----------------------------|
| 呼び名 | 30-21-20N |
| セメント | 334kg/m ³ |
| 水 | 175 kg/m ³ |
| 水セメント比 | 52.5% |
| 細骨材率 | 50.1% |
| 混和剤 | 高性能 AE 減水剤 |
| 添加剤 | 主成分：グリコールエーテル系誘導体オキシカルボン酸塩 |



写真-1 圧送前のフレッシュコンクリートの品質検査

(2) 圧送配管計画

地上部にコンクリートポンプを配置し、立坑に配管を沿わせ、水平圧送する配管計画とした。この計画を受けて、長距離圧送を考慮し、次のような対策を実施した。

- ・圧送管は、圧送ポンプの吐出口廻りを 6B 中圧管とし、3m 管を圧送距離 420m まで 5B 中圧管、420m から 800m まで 5B 低圧管を採用した。急曲線(R-20)部の圧送配管は、1m・2m 管と短尺ベント管を使用した。
- ・鉛直部の上部に 500R ベント管（エア抜）、下部には 1000R ベント管を採用し、3m 間隔で固定した。
- ・坑内配管の直線部は 6m 間隔にクランプを用いて固定した。また、急曲線部は 3m 間隔でクランプ固定と 7m 間隔でレバブロックによる固定とした。

(3) コンクリートポンプ

800m の長距離圧送であったことから、施工実績などから使用するコンクリートポンプを選定した。使用したブツマイスターBSA-1409 の諸元を表-4に示す。

表-4 コンクリートポンプの諸元

| | |
|-------|---------------------|
| 方式 | ピストン式 |
| 吐出量 | 92m ³ /h |
| 吐出圧力 | 7.1MPa (71bar) |
| シリンダ径 | 200mm |
| ストローク | 1400mm |

(4) 先送りモルタルの配合と圧送量

ポンプ圧送では、コンクリートの品質確保のために圧送開始時に、配管内に潤滑膜を形成するために先送りを実施する。長距離圧送となることから、これまでの施工事例などを参考として、圧送距離に応じたモルタルの配合および圧送量を変更した。その内容を表-5に示す。

表-5 先送りモルタルの配合と圧送量

| 圧送距離 | 配合 | 圧送量 |
|----------|------------|-----------------------|
| 450m 以上 | 1 : 1 モルタル | 1.5m ³ |
| 250~450m | 1 : 2 モルタル | 1.0~1.5m ³ |
| 200m 以下 | 1 : 3 モルタル | 0.5~1.0m ³ |

4. おわりに

二次覆工コンクリート L=800m、コンクリート数量 2690m³ の長距離圧送による施工を行ない、大きな施工トラブルもなく、無事に施工を完了した。シールドトンネルにおける二次覆工コンクリートの施工事例として、本施工例が今後の参考になれば幸甚である。



写真-2 二次覆工の仕上がり状況

謝辞：本工事における二次覆工の施工に際して、発注者である日本下水道事業団様、レディミクストコンクリートを供給いただきました内山アドバンス千葉工場様には、多大なるご助言とご指導を頂きました。本紙面をお借りして感謝の意を表します。