

## 下水道再構築に向けた新しいシールドシステムの提案

|             |     |        |
|-------------|-----|--------|
| 佐藤工業（株）     | 正会員 | ○桐谷 祥治 |
| 東京都下水道局     |     | 前田 正博  |
| 東京都下水道局     |     | 串山宏太郎  |
| （株）大林組      | 正会員 | 武田 邦夫  |
| （株）建設技術センター | 正会員 | 山本 征彦  |

### 1. はじめに

東京都では管渠の老朽化や汚水量・雨水流出量の増大に伴い、下水道再構築事業の推進が急務となっている。幹線に導くための主用枝線の新設工事は下水道再構築事業の中核をなすものであり、小口径のシールド工法によるものが多い。東京都におけるシールド工事では、工事費の低減や都市部固有の問題である生活環境への影響、地上や地下空間の過密化等の解決すべき課題がある。このような背景から筆者らは、下水道管渠の再構築に適した新たなシールドシステムを「コンパクトシールド」工法として開発し、実用化するに至った。

本報告は、コンパクトシールド工法の概要とその開発にあたっての検討経緯を述べたものである。

### 2. 新しいシールドシステムの開発

今回、下水道再構築事業を進めるにあたり「建設費の低減」「周辺環境への影響低減」「維持管理の効率化」という3つの課題を設け、各々について解決すべく検討を進めてきた。検討の概要は下表に示すとおりである。

表－1 新しいシールドシステムの開発

| 課 題        | 課題に対する具体的な目標   | 目標を実現するための施策および開発項目                                                |
|------------|----------------|--------------------------------------------------------------------|
| 建設費の低減     | ① 二次覆工工程の見直し   | 「腐食性環境」における下水道管渠の二次覆工工程の省略を提案<br>流下機能を確保した「二次覆工一体型セグメント」の開発        |
|            | ②セグメント製作費の低減   | 新しいセグメントの開発、新しいシールドの開発<br>「4分割3ヒンジ構造のセグメント」の開発<br>「後方設備内包型シールド」の開発 |
|            | ③シールド機製作費の低減   | 管径を平準化し、シールド機の転用によるトータルコストの低減                                      |
| 周辺環境への影響低減 | ①用地面積の低減       | 機長の短いシールド機による小さい立坑での発進、到達方法の考案<br>「3分割シールド」による発進、到達方法の開発           |
|            | ②工事期間の短縮       | 二次覆工工程の省略                                                          |
|            | ③過密化した地下空間への対応 | 急曲線施工と切羽の安定管理に優れたシールド技術の開発                                         |
| 維持管理の効率化   | ①維持管理の機械化、自動化  | 維持管理の機械化、自動化に適した管渠の考案<br>インバート付きセグメントの開発                           |

このコンパクトシールドの開発中に検討した二次覆工工程の省略の考え方とその要素技術であるセグメントとシールドの概要を以下に記述する。

### 3. 下水道シールドトンネルにおける二次覆工工程省略について<sup>1)</sup>

シールドトンネルの二次覆工省略は、工費や工期の削減とともに掘削断面縮小によるコスト低減効果が期待できる。東京都は下水道管渠における二次覆工省略について技術検討を行い、「一般の環境」においては二次覆工省略可能であるとしている。今回、本工法の「一般の環境」にない「腐食性環境」での適用を検討した。その結果、構造計算上必要な覆工部材の内側に保護層として二次覆工部をあらかじめ施工し、二次覆工工程を省略する「二次覆工一体型セグメント」を提案するとともに付加機能として

キーワード：下水道再構築事業、下水道シールドトンネル、二次覆工省略、セグメント

連絡先：〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4-12-20 TEL03-3661-4794 FAX03-3668-9484

流下機能と将来の維持管理業務の効率化を考慮した構造とすることで「腐食性環境」に対応することを提案した。<sup>1)</sup>

#### 4. 内面が平滑な4分割3ヒンジ構造のセグメントの開発<sup>2), 3)</sup>

二次覆工一体型セグメントに要求される主な機能は、二次覆工省略型セグメントと同様、管渠内の平滑性、耐久性、止水性等である。もう一つの開発課題は経済性であり、二次覆工省略型セグメントと同様、従来工法に比べてセグメントが工事費に占める割合が高く、そのコスト低減が求められる。本工法は小口径の主用枝線への適用が目的であり、仕上り内径 2000 mm の場合について検討、開発を進めた。その結果、図-1 に示すような内面が平滑な4分割3ヒンジ構造のセグメントとなった。以下にセグメントの形状や継手について検討した結果を記述する。



図-1 セグメント仮組立全景

仕上り内径 2000mm の場合、通常のセグメントでは5分割となるが、本工法では4分割とした。分割数の減少は、セグメント製作用型枠やセグメント継手を減少させることができ、セグメントコストの低減が図れる。反面、セグメントピースが大きくなるので坑内運搬、荷卸し、組立時のハンドリング等の施工面での課題がある。これにより、後述するようなシールド機の開発が必要となった。

セグメントの継手の開発にあたっては、トンネル内面に継手金物が露出しない構造とするとともに、継手によりセグメント価格は大きく異なることからその経済性についても重要な開発項目とした。セグメント継手のうちの1ヶ所に直線くさび式の締結装置（水平コッター）を適用し、また、その他3ヶ所の継手はナックルジョイントによるヒンジ構造とした。それにより、セグメントリングを3ヒンジの静定構造物として安定を図るとともに継手金物をなくし、コストの低減を図った。

リング継手は1リング当たりの使用数が多く、経済的な継手にすることによるコストの低減効果は大きいので、様々な継手構造について検討および室内試験を実施した結果、在来技術で単純な構造であるホークカットアンカー方式によるものとした。

#### 5. 後方設備内包型3分割シールドとその搬送システムの開発<sup>4), 5), 6)</sup>

今回、シールド機の開発にあたって、建設費の低減を目的に管径を平準化し、シールド機の転用を前提としているので、転用後の土質条件や平面線形等施工条件の違いに対応しやすいように急曲線施工や切羽の安定管理に優れたシールド構造にする必要がある。一方、立坑用地の確保が困難であり、立坑の省面積化が求められていることから、シールド機の小型化による新しい発進・到達方法<sup>4)</sup>の開発が有効である。また、当工法のセグメントピースは大きく、従来シールドの後方設備があるとセグメントが運搬できない。以上のような課題を解決すべく、後方設備をシールド機に内蔵し、小型に分割可能な「後方設備内包型3分割シールド」<sup>4)</sup>を開発した。その他、インバートセグメントを利用して軌条設備を省略できる特殊な搬送システム<sup>5)</sup>や大型セグメントピースを組立て可能にするためのエレクター等<sup>6)</sup>を開発し、本工法に実用化の目途が立った。

#### 6. おわりに

今回、開発したコンパクトシールド工法は、今年度の東京都下水道工事に採用が決定しており、実工事での成果や改善点などを改めて報告したいと考えている。

#### 【参考文献】

- 1) 金崎、前田 他：下水道シールドトンネルにおける二次覆工工程の省略：第56回年次学術講演会，2001. 10.
- 2) 山森、横田 他：内面が平滑な溝付き二次覆工一体型セグメントの継手構造：第56回年次学術講演会，2001. 10.
- 3) 田中、焼田 他：溝付き二次覆工一体型セグメントの載荷試験：第56回年次学術講演会，2001. 10.
- 4) 守屋、勝沼 他：後方設備内包型3分割シールドの開発：第56回年次学術講演会，2001. 10.
- 5) 勝沼、守屋 他：ガイドローラ付きタイヤ式無操舵搬送システムの開発：第56回年次学術講演会，2001. 10.
- 6) 北原、菊池 他：後方設備内包型3分割シールド・セグメント組立システムの開発：第56回年次学術講演会，2001. 10.