

## ヒンジセグメントの施工時挙動計測（現場適用結果と今後の課題）

|                  |       |        |
|------------------|-------|--------|
| 東京都下水道局          | 高久 節夫 | 阿部 京   |
| 佐藤工業(株)          | 正会員   | 桐谷 祥治  |
| 日本シビックコンサルタント(株) | 正会員   | ○新井 孝弘 |
| 坂田電機(株)          |       | 才田 誠   |

### 1. はじめに

東京都では、下水道再構築事業を効率的かつ効果的に推進するために、コンパクトシールド工法により、「4分割3ヒンジ構造のインバート溝付き二次覆工一体型セグメント」を採用している。このセグメントはセグメント継手にヒンジ構造を導入し、単独リングで静的に安定した構造（3ヒンジ静定構造）としている。

コンパクトセグメントは、完成後には安定した構造体であるが、施工時に作用するジャッキ推力やテールシールド圧、裏込注入圧等の施工時荷重ならびにセグメントの組立直後にシールドテール内で周辺地盤の支持がないことによりセグメントリングの変形、継手部の目開き・目違いおよびひび割れが生じやすい状況にある。これらはシールドトンネルの品質を低下させる要因となることから、実施工において、施工時荷重によるセグメントの挙動を把握し、今後の品質を向上させるための留意点や施工上の対策方法の策定を目的として、計測を実施することとした。今回、現場計測の実施にあたっては従来の計測方法では不可能であったセグメント組立中の挙動等も適確に把握するために、新たな計測方法として無線方式による連続計測をシステムの方法を採用した。

本稿では、コンパクトセグメントで採用した計測方法について、適用の結果と今後の課題について報告する。

### 2. 計測システムの適用と有効性

#### (1) 無線方式連続計測システムの概要

無線方式による連続計測システムは、写真-1のようにセグメントの防食層に予め箱抜きを行い、ロガー機能を有したデータ送信装置を埋め込んで置く。データ送信装置は、電源を内蔵しており、設定した頻度で自動計測を行い、内部メモリにデータを蓄積するものとなっている。データの回収は、無線通信方式により、外部の受信装置を介して回収できる仕様である。



写真-1 セグメントの単体時計測

#### (2) 計測システムの有効性

通常、セグメントの計測は、セグメント組立後にケーブルの接続を行い、計測を開始する。しかしながら、この方法では組立中の応力の発生状況を把握することができない。セグメントが地上に置かれた無負荷の状態を初期とした場合、組立後は自重による発生断面力のみとなるはずである。しかし、これまでの計測事例では、自重以外の荷重作用と思われる複雑な断面力が発生している場合が多く確認されており、この影響が大きい場合の施工時挙動の評価を困難にさせていた。無線方式による連続計測システムの採用では、セグメントの挙動を写真-1、-2に示すように運搬から組立中、さらにはシールド推進中まで連続して計測することが可能となり、挙動の原因解明に有効なデータが回収できている。



写真-2 セグメントの組立時計測

また、坑内に設置するシステムや、配線ケーブルを削減することで、計測の信頼性の向上が図れ、現場でのケーブル接続作業を省略することで、シールド掘進の中断を回避できた。

キーワード 施工時荷重、ヒンジセグメント、コンパクトシールド、現場計測、無線計測システム

連絡先 〒116-0013 東京都荒川区西日暮里 2-26-2 日本シビックコンサルタント(株) TEL 03-5604-7551

### 3. 無線式計測システムを利用した施工

#### 時荷重の計測の計画

##### (1) 工事概要

本計測システムを適用した現場は、図-1に示す港区赤坂五丁目から南青山一丁目付近までのシールド延長 773mの主要枝線を布設する再構築工事である。トンネルは仕上り内径 $\phi$ 2,000 mm, 施工はコンパクトシールド工法が採用されている。計測は、直線部と曲線部(175m R)の2か所で実施した。計測箇所が発進立坑からの追加距離は、各々537m, 706mである。また、土被りは、各々12m, 24mでトンネル布設箇所の土質は、ともに細砂層である。



図-1 工事位置図

表-1 計測項目

| 計測項目           | 使用計器                         |
|----------------|------------------------------|
| セグメント本体断面力     | 主鉄筋ゲージ                       |
| ヒンジ継手部軸力       | コンクリート内継手ゲージ<br>(モールドゲージ)    |
| C型嵌合継手アンカー筋歪み  | アンカー鉄筋ゲージ                    |
| ジャッキ推力による軸方向挙動 | コンクリート内軸方向ゲージ<br>(モールドゲージ)   |
| 二次覆工部(防食層)の応力  | コンクリート内表面周方向ゲージ<br>(モールドゲージ) |

##### (2) 計測項目

計測は、表-1に示すコンパクトセグメントの課題となる項目について、線形の相違する直線部および曲線部で対称千鳥組(甲乙組)の影響を把握するための連続する2リングで実施している。図-2に1リングあたりと代表となるセグメントあたりの計器配置を示す。

#### 4. まとめ

本計測システムを適用した計測は、セグメントの工場出荷時から連続的な計測が行われ、組立時のデータ等を収集することが可能となった。また、現場の施工を中断させることが無いため、同時に信頼性の高い計測データの収集も可能となった。

本システムは、施工時挙動の計測システムとして有効な計測方法であると思われる。

今後は、さらに多目的に適合したシステムとするために、小型化・薄型化等の改良を進めるものとする。計測データについては、計測結果の整理・分析を開始したところである。解析結果については、次の機会に報告する予定である。

#### 参考文献

- ・前田正博、申山宏太郎：コンパクトなシールドシステムの開発と実用化—東京都下水道局 三筋・鳥越付近再構築工事—, トンネルと地下, 2001. 8.
- ・前田正博、申山宏太郎、松浦将行：二次覆工一体型4分割3ヒンジセグメントの開発と設計手法の提案, 土木学会論文集 No. 743 / III-64, pp. 155-172, 2003. 9.
- ・東京都下水道局：下水道シールド工事に用いる二次覆工一体型セグメント設計・施工指針, 2005. 6.

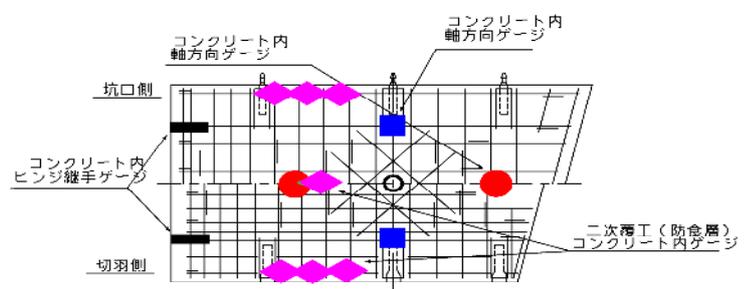
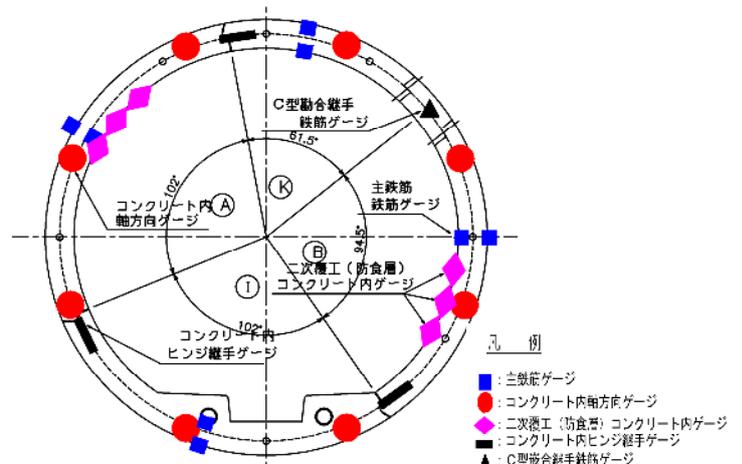


図-2 計器配置(対称連続2リング: 甲乙)