

## 二次覆工省略対応型可撓セグメントの開発と施工

## ー石岡トンネル（第2工区）施工実績（その3）ー

国土交通省 関東地方整備局 霞ヶ浦導水工事事務所 飛島 幸則  
 鹿島・前田特定建設工事共同企業体 フェロー会員 川端 僚二  
 鹿島建設株式会社 土木設計本部 正会員 鈴木 義信  
 西武ポリマ化成株式会社 ○正会員 小沼 敬士

## 1. はじめに

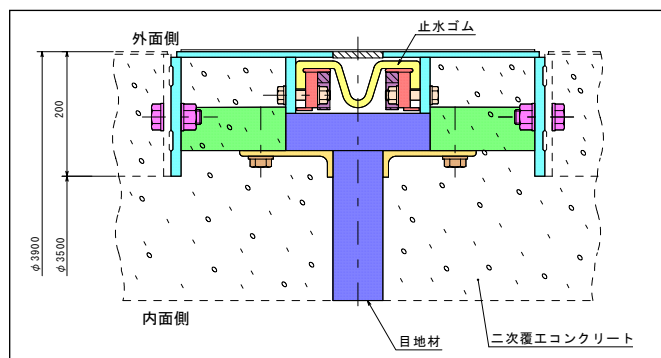
シールドトンネルでは、免震や沈下対策を目的として、セグメントリング自身が可撓性を有する可撓セグメントが設置されることがある。霞ヶ浦導水事業のうち石岡トンネル(第2工区)新設工事では、立坑とトンネル接合部に免震を目的とした可撓セグメントが必要となったが、一般部の覆工構造が内水圧作用条件下で二次覆工を省略する構造（内面平滑構造）であるため、同条件下で止水性・耐食性・内面平滑性を満足できる可撓セグメントが存在しなかった。そこで、これらを満足し、二次覆工省略に対応できる可撓セグメントを開発し、施工を行った。今回は、この可撓セグメントの構造と施工状況について報告する。

## 2. 構造概要

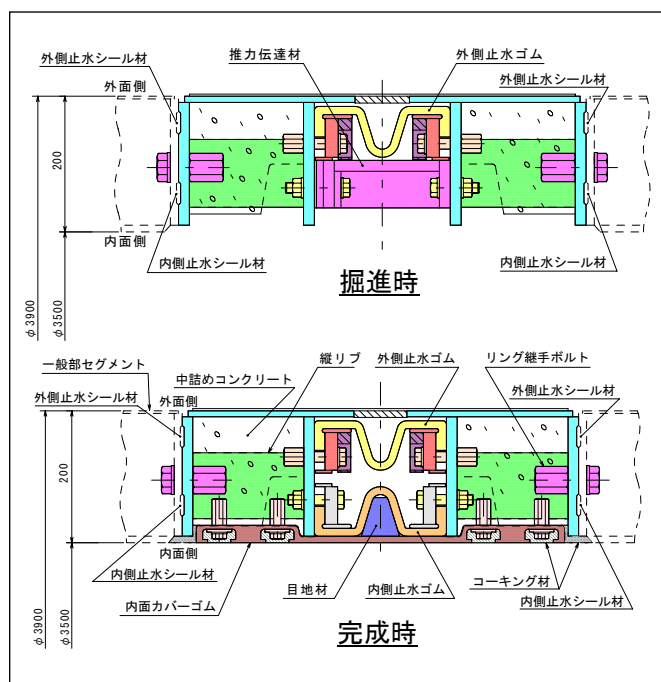
可撓セグメントは2つの鋼製リングで止水ゴムを挟む構造で、主構造は鋼製部材で構成されており、その表面はタールエポキシ塗装による重防食が施されている。従来の可撓セグメントは外水圧のみを対象としていたため、外水圧対応の止水ゴムしか付いていない。また、トンネル内面側は、水路等では従来二次覆工が行われてきたために、可撓セグメントだけで、腐食対策や内面平滑化に対応できる構造とはなっていなかった。（図－1）

そこで、以下に示す構造とすることで、上記を満足する二次覆工省略に対応できる可撓セグメントを開発した。また、可撓セグメントの開発に当たっては、完成形だけでなく、シールド掘進時の推力伝達機構にも着目したセグメント構造としている。（図－2）

- ①内水圧に対応するように、内面側にも止水ゴムを取り付けている。
- ②シール材を内・外面の2条に配置し、止水ゴムとラップさせることで、内外水圧に対し、それぞれ完全止水が行える。
- ③内面側を平滑にするため、鋼殻内部には予めコンクリートが充填されており、ボルトボックス充填後、内面カバーゴムを取り付けることで、内面側が平滑化できる。
- ④主要鋼材は防錆塗装後に充填コンクリートで被覆され、また、止水ゴムにより水分に曝されない状態となり、耐久性を満足できる構造となる。



図－1 従来の可撓セグメント



図－2 新型可撓セグメント（二次覆工省略対応型）

キーワード シールド工法・可撓セグメント・免震・二次覆工省略・内水圧

連絡先 〒170-0014 東京都豊島区池袋1-13-18 TEL03-5956-8887 西武ポリマ化成株式会社 技術・生産本部 技術一部

### 3. 施工実績

#### （1）本工事への適用

本工事の覆工構造は、二次覆工を省略した構造で、トンネル内径が $\phi 3,500\text{mm}$ 、一次覆工厚さは $200\text{mm}$ である。一般部のセグメントはコンクリート中詰め鋼製セグメントを採用している。また、耐震設計の結果、立坑とトンネル接合部に可撓セグメントが必要となり、その可動性能は以下の通りとした。

トンネル軸方向       ： $\pm 60\text{mm}$

トンネル軸直角方向： $\pm 100\text{mm}$

なお、トンネルには、最大外水圧  $0.6\text{Mpa}$ 、最大内水圧  $0.3\text{Mpa}$  が作用する。

#### （2）品質確認試験

可撓セグメントの品質確認試験は形状寸法検査や強度試験に加えて、可動性能確認試験（写真－1）や止水ゴムとセグメントシール材との接合部に着目した止水確認試験を行い、 $0.6\text{Mpa}$  以上の止水性を確認した。

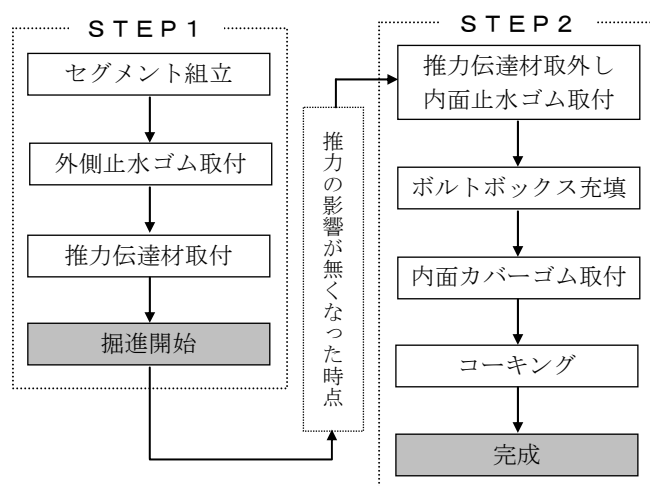
また、セグメントリングの水平仮組試験時には、内面カバーゴムを設置して、内面の平滑性を確認した。（写真－2）

#### （3）施工状況

本可撓セグメントの組立フローを図－3に示す。

可撓部があるため、推力の影響を考慮して、フロー図に示す2つの施工ステップに分ける必要がある。

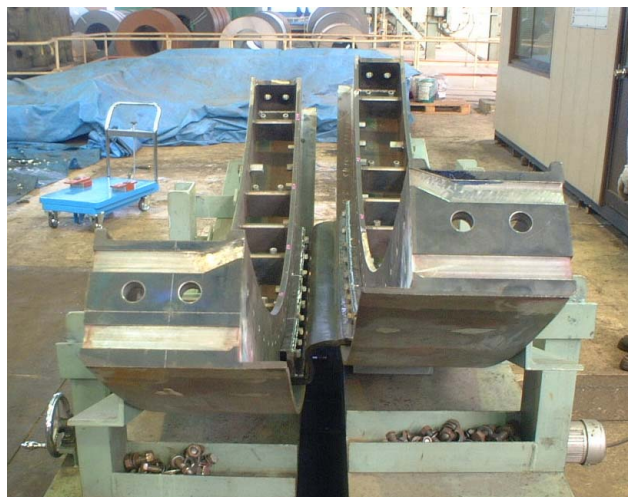
写真－3に本可撓セグメントのSTEP 1の組み上がり状態を示す。



図－3 可撓セグメント組立フロー図

### 4. あとがき

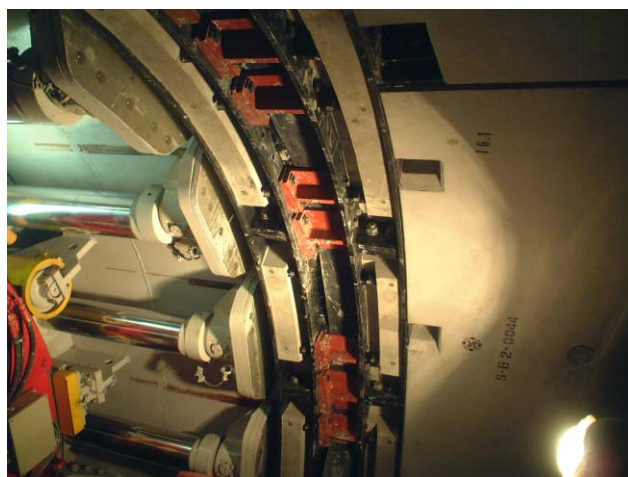
近年のコスト縮減、工期短縮を目的とした二次覆工省略、また、内水圧作用という厳しい条件に対応できる可撓セグメントを開発し、施工を行った。この可撓セグメントと施工実績が、今後の同種工事への参考となれば幸いである。



写真－1 可動性能確認試験(せん断方向 100mm)



写真－2 水平仮組状態(内面カバーゴム付き)



写真－3 可撓セグメント組み上がり状態  
(内面側止水ゴム・カバーゴム未設置状態)