

内水圧の卓越するシールドトンネルの覆工適用事例 - 石岡トンネル(第2工区)新設工事の設計・施工について -

鹿島建設株式会社 正会員 須田悦弘 正会員 中川雅由
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 正会員 鈴木義信

本文は、内水圧が卓越する導水路用シールドトンネルである石岡トンネル（第2工区）の覆工構造と適用結果について報告するものである。

1. まえがき

本工事は霞ヶ浦導水事業における那珂導水路トンネルの一部であり、茨城立坑から上飯沼立坑間の5km区間を泥水式シールド工法により築造するものである。本工事の主な特徴を以下に記す。

工事延長が5kmという長距離掘進（中間立坑なし）である。

工程上、高速施工が要求される。

外圧に対し内水圧が卓越し、覆工が全断面引張応力状態となる場合がある。

このように特殊な条件が要求される本工事は、設計・施工一括方式にて発注された。これに対し弊社は品質、施工性、コストのあらゆる面から検討した結果、上記～を満足する合理的な設計として「コンクリート中詰め鋼製セグメント」「高剛性（高強度ボルト+片側インサート埋込み）継手」及び「リレービット工法」を提案し、採用されるに至った。

2. 工事概要

発注者：国土交通省 関東地方整備局 霞ヶ浦導水工事事務所

工事名称：石岡トンネル(第2工区)新設工事

工事場所：茨城県東茨城郡茨城町常井地先～上飯沼地先

工期：2003/3/15～2006/3/31(36ヶ月)

設計施工：鹿島・前田特定建設工事共同企業体

工事内容：トンネル外径 3,900mm，内径 3,500mm（二次覆工省略型），幅 1350mm，L=5,000m

3. シールドトンネル覆工に対する要求性能について

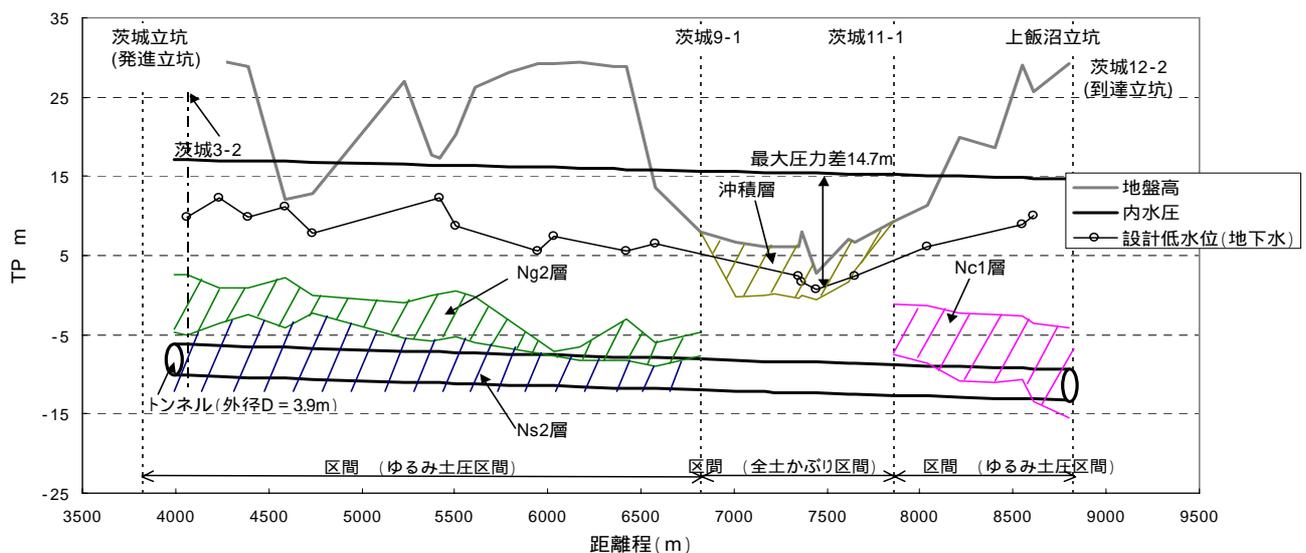


図-1 石岡トンネル第2工区の縦断図と設計水位

キーワード 内水圧，導水路，シールド，セグメント，高強度継手

連絡先 〒107-8502 東京都 東京都港区赤坂 6-5-30 TEL 03-6229-2126 FAX 03-6229-8073

一般的に、シールドトンネル覆工には以下の性能が要求される。本工事では、条件によって内水位が外水位を最大 14.7m 上回り、覆工が全断面引張応力状態となる場合がある。下線部はこの条件下においてさらに重要となる項目である。

耐荷力（施工時作用荷重，常時作用荷重，内水圧，地震時作用荷重）

耐久性（本体および継手構造に対して，外部環境，内部環境）

止水性（本体および継手構造に対して，外水圧，内水圧）

施工性（高速施工，坑内の施工性）

4．セグメント形式の選定

(1)セグメントに対する要求性能

前項で示した要求性能を確保できるセグメントとして止水性確保の観点から本体部は全断面引張状態においてもクラックが貫通しない構造とした。

また，継手構造は設計軸引張力以上のプレストレスを導入出来る構造で，かつ継手剛性が高く変形が少ない構造とした。

さらに施工性，施工スピードについて比較した。セグメント幅 1,350mm，断面 5 分割化とすることによって施工性を確保しつつ要求される施工スピードを満足できることが分かったため，これに対応可能な形式を優先した。

(2)セグメント形式の選定

上記の要求性能を満足するセグメント構造に対して経済性の比較を行った結果，本工事においては「コンクリート中詰め鋼製セグメント」が最適であると判断した。

5．内水圧対策

本工事に用いる「コンクリート中詰め鋼製セグメント」は，一般的なものに加えて以下の特徴を有するものとした。

- ・ 水密性を確保するため，鋼製のスキンプレートと主桁・継手版に完全止水溶接を施す。
- ・ 高強度継手とするため，セグメント継手面に図-2 に示すような補強鉄板を設ける。
- ・ 主桁に近接した中主桁を設け，4 本主桁構造とすることにより継手からの応力伝達を円滑にする。
- ・ 継手片側をインサート埋込み形式とし，後施工となるボルトボックスの充填作業量を低減する。

6．現場への適用結果

実際の工事実施状況としては，2004 年 3 月現在初期掘進の状況ではあるが順調に進捗している。坑内での取廻しや組立てに関しては問題なく，真円度・継手の目開き・止水性などについても非常に良好な状態である。今後は，本掘進における高速施工の状態での施工性や組立品質についてデータ分析を行い，さらなる覆工合理化へ向けたフィードバックを実施する予定である。

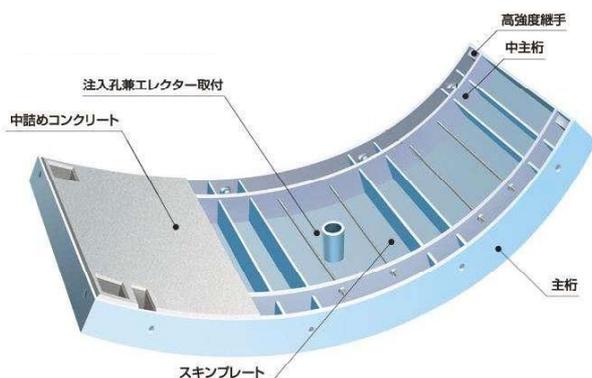


図-2 セグメント鳥瞰図



写真-1 現場状況（2004年3月現在）