

V-74 二次覆工省略したボルトレスセグメントの一次覆工

鹿島建設 正会員 佐々木 孝博
鹿島建設 正会員 ○ 星野 亨

1. はじめに

仙台市では、現在、仙台市北部に位置する県道仙台北線の下に「仙台北部共同溝」（青葉区昭和町～泉区泉中央）として、全長 5.3km の区間について、整備事業を進めている。（図-1 位置図）

このうち 1.35km 区間（青葉区昭和町～青葉区堤町）は、開削工法と NATM トンネル工法で整備され、当工事は、「北根工区」として 1.2km 区間（青葉区堤町～青葉区双葉ヶ丘）を、シールド工法にて内径 4,550mm のシールドトンネルを構築するものである。

シールド工事は、長距離化・高速施工・二次覆工省略への課題を克服するため様々な技術が開発されている。

当工事では、二次覆工省略型のボルトレス（QB）セグメントを一次覆工で採用したので、以下にその詳細を述べる。

2. 工事概要

シールド工事は、双葉ヶ丘の発進立坑より発進し、堤町の既設 NATM トンネルに到達するが、土被りは発進部で 14.9m、到達部で 20.4m、地下水は GL-2.0～4.5m、地層は透水性の高い砂層が介在する軟岩層である。（0.10～0.15Mpa の水頭）

当工区の地質は、第3紀鮮新世の仙台群層の亀岡層となり、亜炭を挟む凝灰岩、砂岩及びシルト岩の軟岩（ $q_u = 1 \sim 10 \text{ MN/m}^2$ ）が互層となって分布している。（図-2 平面断面図）

透水性については、 $k = 10^{-3} \sim 10^{-5} \text{ cm/sec}$ を示すが、揚水試験では、150～400 L/min の湧水量が確認され、また、周辺では井戸も利用されている。

隣接工区の NATM トンネルでは、砂岩層が未固結で湧水とともに崩壊する層が介在し、地盤改良等の補助工法を用いて構築を行った。

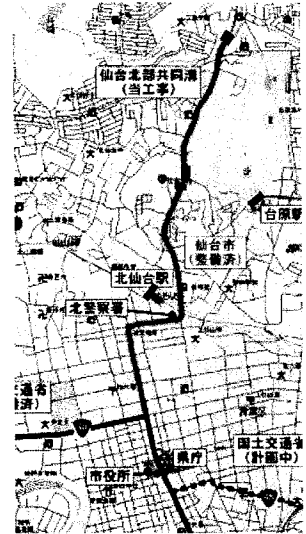


図-1 位置図

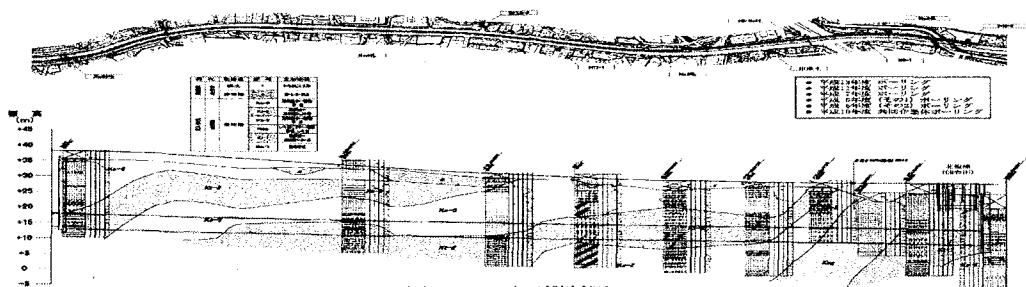


図-2 平面縦断面図

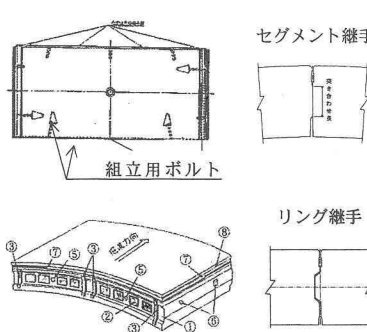
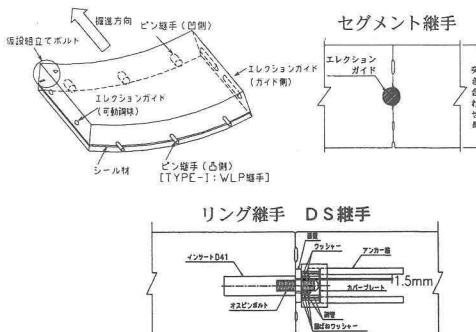
3. セグメントの比較検討

当初設計では、「ほぞ付きセグメント」が採用されていたが、①透水性の高い地盤、②偏圧対応性、③施工性、④経済性等について検討を行い、代替セグメントとして「QB セグメント（DS 継手）」が合理的となることが分かった（表-1 ほぞ付きセグメントと QB セグメントの比較）。

リング継手となる DS 継手は、せん断試験を実施して、その性能を確認した。

また、止水性を確保するために、内外 2 条シールの他に DS 継手周辺部にもシール材を配置した。

表-1 ほぞ付きセグメントとQBセグメントの比較

原 設 計		代 替 案
セグメント形式	ほぞ付きセグメント	QBセグメント (DS継手タイプ)
概略図	 セグメント継手 リング継手 組立用ボルト	 セグメント継手 リング継手 DS継手
形式寸法	桁高 225 mm セグメント幅 1200mm 分割数 6	桁高 225 mm セグメント幅 1200mm 分割数 6
継手構造	セグメント間	平面の突合せ + エレクションガイド + 仮設ワンパス金物
	リング間	凸凹ほぞのかみ合せ + 組立用斜めボルト
本体構造 止水性能	・ほぞ凹部にせん断補強筋が必要で配筋複雑 ・ジャッキがほぞに部分接触になり、欠けやすい。 ・軸方向の連続性が乏しく、曲線部施工や地震時で大きな目開きを生じる可能性がある	・内面平滑の平板型セグメントで配筋がシンプル ・ジャッキをリング面全面で受けるので安全性に優れる。 ・トンネル内面に金物が露出しない。 ・継手のせん断剛性が大いため、高い添接効果により偏圧等に対して構造安定性・止水性に優れる
シール材	ゴムガスケットもしくは水膨張シール材	水膨張シール材
施工性	・リング間の組立ボルトが少ないため、蛇行修正でテーパ量調整の自由度が小さい。 ・ボルト位置が目視できないため、施工性が悪い。	・蛇行修正でテーパ量調整の自由度が大きい。 ・セグメントの位置合わせが容易である為、施工性が良い。 ・エレクションガイド、DS 継手とも調整機能を有しており、高速施工に適している。 ・切羽でのボルト締結作業がないので、安全性に優れる。
経済性	組立に時間を要する	組立時間が短い
評価	○	◎

4. 施工実績

シール材は、設計水圧（施工時 0.44Mpa、供用時 0.24Mpa）、設計目開き量（施工時 1mm、供用時 3mm）、設計目違い量（施工時 3mm、供用時 3mm）とし、低膨張のクロロプレン系水膨張ゴムシール材を用いた。

また、セグメント組立時にシール材を圧縮するために、シールド機のエレクター旋回能力を高めた。

施工では、曲線部でのジャッキ偏圧と DS 継手の余裕代の目違いは、最大 4mm となったがジャッキがリング面全面で受圧することからセグメントの欠けも殆ど発生がなく、このため、良好な止水性能を発揮し目地部からの漏水は殆ど発生していない。

セグメント組立では、位置合わせが容易であり、エレクターで押し込むだけでボルトの締付けが不要なため約 30 分で組立が終了でき施工性、経済性が良好である。

5. まとめ

今回採用した二次覆工省略型のボルトレス QB セグメントは、止水性、施工性、経済性等で良好な結果となった。

但し、シールド機通過時や曲線施工の偏圧を受けた時は、若干の動きが見られことや、組立時の真円度を常に確認する必要がある等の注意が必要である。



写真 坑内全景

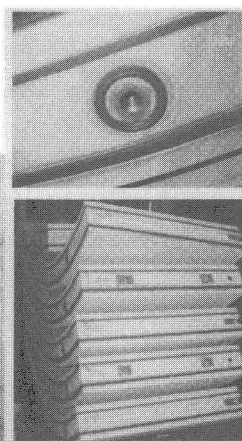


写真 セグメント