

施工

巨礫混じり礫層における $\phi 1,930\text{mm}$ の長距離シールド

07

—東京都水道局 多摩北部送水管—

東京都 望月 薫

東京都水道局では、水道施設の再構築や送配水管路の充実・強化を図る事業が進められている。その一環として、多摩川左岸東部地域では給水安定性の向上を目的とした給水所を清瀬市に建設中である。本工事は、新設給水所と既存送水管をつなぐ新たな管を泥土圧シールドにて築造するが、送水管サイズが $\phi 900\text{mm}$ に設定されたことから、シールド外径 $\phi 1,930\text{mm}$ 、鋼製セグメント内径 $\phi 1,650\text{mm}$ と、東京都水道局においても過去に類のない狭隘なトンネルとなった。また、シールド対象土層は巨礫混じり礫層であり、掘進延長 $2,835\text{m}$ の長距離施工となったうえ、ビット交換用立坑の設置は不可という厳しい施工条件も加わった。本稿では、これらの施工上の課題に対する対策および施工結果について報告する。

Long-Distance Tunneling With a 1,930 mm Diameter Shield TBM Through Gravel With Boulders

—Northern Tama Water Pipe, Bureau of Waterworks, Tokyo Metropolitan Government—

By Kaoru Mochizuki, Tokyo Metropolitan Government

The Bureau of Waterworks, the Tokyo Metropolitan Government is moving forward with projects to reconstruct waterworks facilities and to enhance and strengthen water transmission and distribution piping network. A water supply station is being constructed in Kiyose City as one of the projects to improve the stability of the water supply in the eastern part of the left bank of the Tama River. In this project, a new pipe connecting the new water supply station and the existing water pipe was constructed using an EPB shield TBM. Since the diameter of the water pipe was set at 900 mm, the outer diameter of the TBM was 1,930 mm and the inner diameter of the steel segment was 1,650 mm, making it the narrowest tunnel ever constructed by the Bureau of Waterworks, the Tokyo Metropolitan Government. The shield TBM cut through the earth consisting of gravel with boulders. It was a long-distance boring with a length of 2,835 m. In addition, the construction conditions were severe because it was impossible to make a shaft for the exchange of bits. In this paper, authors report on the measures against these problems and the results of the construction.

施工

大深度海峡横断シールドの地中接合と副立坑設置による工期短縮

19

—シンガポール送電線トンネル ジュロン工区—

五洋建設(株) 猪足 昇

経済発展の著しいシンガポールでは、将来見込まれる電力需要の増加に対応するため、多くの送電線用トンネル事業が計画された。本工事は、このうちのシンガポール本島からジュロン島を結ぶ大深度海峡横断トンネル工事である。本工事は、仕上がり内径 $\phi 6.0\text{m}$ 、延長 $5,217\text{m}$ 、最大深度 80m のトンネルを2台の泥水式シールドにて掘進するものであり、岩盤掘削や粘性土が入り組んだ複合地盤掘削、高水圧下でのカット交換作業およびシールドの地中接合を行う必要があった。また、工期短縮のためにシールド掘進と立坑躯体との並行作業を可能とする副立坑の設置やトンネル付帯工の機械化施工などを行った。本稿では、これら多くの厳しい条件を克服した施工内容を報告する。

Underground Joining of Shield TBMs Crossing Deep Strait and Shortening the Construction Period by Installation of Temporary Shafts

—Singapore Power cable Tunnel, Jurong Island—

By Noboru Inoashi, Penta-Ocean Construction Co., Ltd.

In Singapore, which is experiencing rapid economic development, many power line tunnel projects have been planned to meet the expected future increase in electricity demand. This project involves the construction of a deep strait crossing tunnel connecting the main island of Singapore with Jurong Island. The tunnel, which has a finished inner diameter of 6.0 m, a length of 5,217 m, and a maximum depth of 80 m, was to be excavated using two slurry shield TBMs. The project required excavation through rock and composite soil containing rock and clay, exchange of cutter bits under high water pressure, and underground docking of the TBMs. To shorten the construction period, temporary shafts were installed to enable parallel work between the shield tunneling and building the main shaft, and mechanized construction of the tunnel ancillary works was carried out. In this paper, authors report the construction details that allowed to overcome many of these severe conditions.

横浜環状南線は、首都圏3環状道路の一つである圏央道の一部を構成する路線で、横浜市金沢区と戸塚区を結ぶ約9kmの路線である。1988(昭和63)年の事業化直後から強硬な反対活動があったものの、長い時間をかけて地元との合意形成に取り組むとともに、安全で環境に配慮した施工計画を検討してきた結果、現在は全線にわたって本線工事に着手している。本稿は、都市型トンネルの施工技術の進展に伴う、NATMで計画されたトンネルへのシールド工法適用の可能性や、住宅近接区間における開削工法から非開削工法への変更など、周辺地域への影響を最小限にするために検討してきたトンネル施工計画の概要について紹介するものである。

Tunnel Project on Yokohama Ring Expressway South Line (Ken-O Expressway) By Shingo Sato, East Nippon Expressway Company Limited

The Yokohama Ring Expressway South Line is a part of the Ken-O Expressway, one of the three ring roads in the Tokyo metropolitan area. The 9 km long line connects Kanazawa ward and Totsuka ward in Yokohama City. Although there was strong opposition movement for the project right after its operationalization in 1988, as a result of a lengthy process of building consensus with the local community and developing a safe and environmentally friendly construction plan, construction work on the main line has now begun on the entire line. In this paper, we present an overview of the tunnel construction plans that have been considered to minimize the impact on the surrounding area, such as the possibility of using the shield tunneling method for tunnels planned with NATM due to the progress of urban tunnel construction technology, and the change from cut-and-cover technique to trenchless technique in the sections close to a residential area.

青函トンネルは53km850mの長大な延長を有するが、そのうち23km300m間が海底に位置し、また、最深部は海面下240mに位置して最大2.4MPaの水圧を受けており、高水圧と海からの無尽蔵の湧水を絶えず考慮しなければならない特殊な環境下にある。青函トンネルの維持管理は、本誌ではこれまでに主なものでも4度報告してきているが、前報から13年が経過したので、最新のデータをもとに改めて青函トンネルの各種計測データと、その評価結果について紹介する。

Results and Evaluation of Measurements in the Seikan Tunnel After 33 Years in Operation

By Kenji Mitani, Japan Railway, Construction, Transport and Technology Agency

The total length of the Seikan Tunnel is 53 km 850 m. 23 km 300 m of the tunnel runs under the seabed. The deepest part is 240 m below the sea surface, where it is subjected to a water pressure of up to 2.4 MPa under a unique condition in which high water pressure and constant water inflow from the sea must always be considered. The important report on the operation and maintenance of the Seikan Tunnel has been provided four times in this magazine. Since 13 years have passed since the last report, various measurement data and evaluation results of the Seikan Tunnel are presented again based on the latest data.

供用後の盤ぶくれ現象の主な形態は、建設時に地山が比較的良好なためにインバートを設けなかった路盤が、掘削時の応力解放とその後の湧水などの影響を受け、強度低下することで路面などが隆起することである。本検討では、供用後にインバートを対策した事例から地山の劣化特性と対策工の現状を整理し、計測データから対策が施されたトンネルのインバートの軸力を、建設段階で適用されている早期断面閉合の一次インバートの軸力と比較することにより、対策として設置するインバートとして必要な性能について考察する。そして盤ぶくれ現象を再現させた数値解析を用い、そのインバートの形状による支保の効果を比較し、合理的な構造を検討する。

Analysis of Mechanistic Effects of Geological Characteristics and Tunnel Invert on Heaving Phenomenon

By Kiyoto Nakano, Nippon Expressway Research Institute Company Limited

Heaving in some mountain tunnels after completion occurs in roadbeds that were built without a tunnel invert because the ground was relatively stable during construction. The stress-release by excavation, along with subsequent swelling of groundwater, cause the roadbed to lose strength, allowing upheaval of the road surface.

In this study, we analyzed geological degradation characteristics and the state of past tunnels in cases where tunnel inverts were installed. And, we used measurement data to compare axial forces of tunnel inverts with axial forces of early-closure primary tunnel inverts in other tunnels at the construction stage. Based on these, we discuss the necessary performance. As a result, we used numerical analysis to compare the support effectiveness of the tunnel invert shape and considered a rational structure.