

突発湧水への緊急対応と掘削再開への対策

—北海道新幹線 渡島トンネル台場山工区—

西松・植木・中山・戸沼岩崎特定建設工事共同企業体 小山内綺羅

本工事は、北海道新幹線建設事業の新函館北斗駅～新八雲（仮称）駅にある全長32,715mの渡島トンネルのうち、本坑延長3,500m、および斜坑447.9mを施工するものである。渡島トンネルは全部で7工区に分かれて施工しており、本工区は起点側から2番目に位置する台場山工区である。渡島トンネルは完成後、八甲田トンネルを抜き日本で最長の陸上山岳トンネル（複線断面）となる。本工区では、斜坑掘削完了後、本坑掘削に移行して約970m（土かぶり≒50m）付近を掘削中に大量の土砂混じりの突発湧水が発生した。この影響により地上部に陥没も生じた。この突発湧水に対する緊急対応を実施し、その後掘削再開に向けて地質調査、地上部およびトンネル坑内からの地山改良の対策工を実施し掘削再開に至った。本稿では、これらの施工実績について報告する。

Emergency Response to Water Inrush and Measures to Resume Tunneling

—The Hokkaido Shinkansen, the Oshima Tunnel, the Daibayama Lot—

By Kirara Osanai, Nishimatsu Ueki Nakayama Tonuma-Iwasaki Specific Construction Joint Venture

This project involves the construction of a 3,500 m-long main tunnel and a 447.9 m-long inclined shaft in the 32,715 m-long Oshima Tunnel, which is part of the Hokkaido Shinkansen Construction Project, located between Shin-Hakodate-Hokuto Station and Shin-Yakumo Station (tentative name). The Oshima Tunnel is divided into seven lots, and this project is located in the Daibayama lot, the second lot from the starting point. Once completed, the Oshima Tunnel will surpass the Hakkoda Tunnel as the longest land mountain tunnel (with a double-track cross-section) in Japan. In this lot, a water inrush mixed with a large amount of soil and sand occurred during the excavation of the main tunnel at a distance of approximately 970 m (overburden depth = 50 m) after completion of the excavation of the inclined shaft. This effect also caused the cave-in depression on the ground. Emergency measures were taken to deal with the water inrush, and geological investigations and measures to improve the ground conditions were carried out above ground and inside the tunnel, which allowed to resume the excavation. In this paper, the authors report on the results of the construction.

地すべり地形の坑口部を垂直縫地で補強してⅡ期線を掘る

—国道1号藤枝バイパス 潮トンネル—

飛鳥建設(株) 金子 伸

国道1号藤枝バイパス広幡IC～野田IC間の4車線化が2016(平成28)年度に事業化され、2019(令和元)年度より工事に着手した。2021(令和3)年度1号藤枝バイパス潮トンネル工事は藤枝バイパスの中でもっとも東京方に位置する延長318mのⅡ期線トンネルを建設するものである。掘削工の前半で想定外の硬岩地山に遭遇して進行が著しく低下したため、3t級大型ブレーカ2台による機械掘削を余儀なくされた。さらに2本のトンネルの最短中心隔離は約30mで、両トンネル間には2本の断層が分布し、Ⅰ期線への影響が懸念された。また、東京方の起点側坑口部は地すべり地形であるため垂直縫地工法が計画されていたことから、その効果検証のための計測管理を行った。本稿では、硬岩地山での機械掘削の実績およびⅠ期線への影響の把握や起点側坑口部の計測を実施した結果について報告する。

Reinforcing the Portal Zone in the Topography of the Landslide Using Vertical Pre-Reinforcement and Excavating the Phase II Line

—The National Route 1, the Fujieda Bypass, the Ushio Tunnel—

By Shin Kaneko, Tobishima Corporation

The plan to widen the Fujieda Bypass on National Route 1 between Hirohata IC and Noda IC to 4 lanes was approved in FY2016, and construction works began in FY2019. This project involves building a 318 m-long Phase II tunnel, which is located on the Fujieda Bypass closest to Tokyo. In the first half of the excavation works, unexpected hard rock ground was encountered, causing progress to slow significantly, and mechanical excavation using two large 3-ton-class breakers was necessary. Furthermore, the shortest center separation between the two tunnels was approximately 30 m, and two faults were located between the two tunnels, raising concerns about the impact on the Phase I tunnel. In addition, since the entrance to the tunnel on the Tokyo side is in the topography of the landslide, the vertical pre-reinforcement technique was planned, and monitoring measurements were carried out to verify its effectiveness. In this paper, the authors report on the results of mechanical excavation in hard rock, the impact on the Phase I tunnel, and monitoring measurements at the portal zone at the starting point.

施工**強風化火山礫凝灰岩の掘削時の脚部沈下対策と先進導坑による坑口部の貫通掘削****49**

—日本海沿岸東北自動車道 朝日温海道路 4号トンネル—

国土交通省 齋藤 勝博

朝日温海道路 4号トンネルは日本海沿岸東北自動車道のうち、延長40.8kmの朝日温海道路のほぼ中央部に位置する延長1,185m、掘削断面積100m²超の大断面トンネルである。本トンネルでは、坑口から370m付近の強風化火山礫凝灰岩の分布範囲において100mm以上の脚部沈下が発生した。対策工として一次インバートによる早期閉合を実施した。また、貫通掘削となる起点側では、坑外からアクセスできない状況にもかかわらず、斜面に位置する坑口部の支持力を確保するために、貫通前に脚部に置換えコンクリートを施工する必要があった。これを解決するため、先進導坑を貫通させて本坑内から坑外にアクセスして本坑貫通前に必要な対策を実施した。本稿では、脚部沈下対策工と貫通方法の工夫について報告する。

Measures against Foot Settlement When Excavating Highly Weathered Lapilli Tuff and Penetrating through the Portal Using a Pilot Tunnel

—The Nihonkai Tohoku Expressway, the Asahi-Atsumi Road, the No.4 Tunnel—

By Katsuhiko Saito, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

The No. 4 tunnel on the Asahi-Atsumi Road is a large-section tunnel with a length of 1,185 m and an excavation cross-sectional area of over 100 m², located almost in the center of the 40.8 km-long Asahi-Atsumi Road on the Nihonkai Tohoku Expressway. In this tunnel, foot settlement of more than 100 mm occurred in of highly weathered lapilli tuff around 370 m from the portal. As a measure, early closure was performed by casting a primary invert concrete. In addition, at the starting point of the excavation, even though it was inaccessible from the surface, it was necessary to apply replacement concrete to the foot before excavation to ensure the supporting capacity of the portal, which is located on the slope. To solve this problem, an advanced pilot tunnel was excavated to access the outside of the tunnel from inside the main tunnel, and the necessary measures were implemented before penetrating the main tunnel. In this paper, the authors report on measures to prevent foot settlement and innovative penetration techniques.

施工**河川直下の地下貯留管を大礫に対応した泥土圧シールドで築造****59**

—二級河川東川水系津門川地下貯留管他整備工事—

大豊・ソネック・田村特別共同企業体 濱ノ園 剛

兵庫県西宮市中央部を南北に縦断する津門川流域は豪雨による浸水被害がたびたび発生しており、その対策として内径4.9m、延長3.8kmの地下河川計画を進めている。本工事では、そのうち上流側1.7kmを地下貯留管として先行整備する。先行整備区間の上流部に流入施設、下流部に放流立坑を設けるものであり、シールドの発進立坑を兼ねた放流立坑をニューマチックケーソン工法で、地下貯留管を泥土圧シールド工法で築造するものである。シールド路線は津門川の直下となるが、シールド通過部の地層には礫径300mmを超える大礫の出現が予想された。また、津門川下流には日本を代表する酒どころのひとつである灘五郷があり、そこでは「宮水」と呼ばれる酒造用地下水が利用されている。本稿は「宮水」への影響を避けながら大礫に対応した泥土圧シールドの施工について報告する。

Construction of an Underground Reservoir under a River Using a Slurry Shield TBM to Handle Boulders

—Second-Class River Higashi River System Tsuto River Underground Reservoir Tunnel, and Other Construction Works—

By Tuyoshi Hamanosono, Daiho Sonec Tamura Special Joint Venture

The Tsuto River basin, which runs north to south through the center of Nishinomiya City, Hyogo Prefecture, is frequently subject to inundation damage caused by heavy rains. As a measure, there are plans to construct an underground river with an inner diameter of 4.9 m and a length of 3.8 km. In this project, the upstream 1.7 km will be constructed in advance as an underground reservoir. The inlet facility will be constructed upstream of the preceding construction section, and the discharge shaft will be constructed downstream. The discharge shaft, which also serves as the shield TBM's starting shaft, will be constructed using the pneumatic caisson method, and the underground reservoir will be constructed using the slurry shield method. The shield tunneling route will be located directly beneath the Tsuto River, and it was predicted that boulders with diameters exceeding 300 mm would appear in the strata where the shield TBM passes. Additionally, Nada-Gogo is downstream of the Tsuto River. It is one of Japan's leading sake-producing regions, where underground water called "Miyamizu" is used for sake brewing. In this paper, the authors report on the construction using the slurry shield TBM that can handle boulders while avoiding any impact on Miyamizu water.

施工

69

TBMと垂直ベルコンで長距離導水路を効率的に施工

—豊川用水二期 大野導水路併設水路—

(独)水資源機構 増田 浄

豊川用水は、静岡県の西部および愛知県の東部に位置し、三河湾沿岸に広がる豊橋市を中心とする6市、53万人の水道用水、農業用水、工業用水として重要な役割を担っている。一方で、施設の老朽化、東南海・南海地震にかかわる地震防災対策として現況の幹線水路に併設水路を設け複線化する対策を豊川用水二期事業として実施してきた。

本工事は、そのうちの延長約6km区間を一期線に併設してTBM工法(掘削断面 $\phi 4.46\text{m}$)により掘削し垂直ベルコンを使用して残土運搬するものである。本稿では、TBMによる施工状況、安全で効率的な工事を実現するために行った対策について報告する。

**Efficient Construction of a Long-Distance Canal Using a TBM and Vertical Conveyors
—The Second Phase of the Toyogawa Canal Project, the Ono Headrace Attached Waterway—****By Kiyora Masuda, Japan Water Agency**

The Toyogawa Canal is in the western part of Shizuoka Prefecture and the eastern part of Aichi Prefecture. It plays an important role in providing domestic water, irrigation water, and industrial water to 530,000 people in 6 cities centered on Toyohashi City along the Mikawa Bay coast. Considering the deterioration of the facilities and as an earthquake disaster prevention measure in relation to the Tonankai and Nankai earthquakes, the second phase of the Toyokawa Canal Project has been implemented to build an additional waterway along the existing canal. This project involves excavation of a 6 km section alongside the first phase canal using the TBM method (excavation cross-section $\phi 4.46\text{ m}$), and mucking using a vertical conveyor. In this paper, the authors report on the construction status using TBM and the measures taken to ensure safe and efficient construction.