

北海道縦貫自動車道は、函館市を起点とし、稚内市に至る延長約681kmの高速自動車国道である。本工事は、北海道縦貫自動車道のうち、大沼トンネルの避難坑を施工する工事であり、全長7,042mのうちの起点側(函館市側)峠下工区におけるトンネル延長3,614mの工事である。掘削方式には小断面かつ長大トンネルのため、レール方式を採用し施工を行っている。当工区の坑口近傍の小土かぶり区間ではJRの軌道と交差する状況下で施工が行われたため、JR軌道設備の沈下抑制およびトンネル天端部の崩落防止について検討する必要がある。さらに本工事では、トンネルルートに断層破碎帯の出現が予想されていた。多量の被圧湧水を有する断層破碎帯の施工では切羽を不安定化させることなく掘削する必要があったため、切羽前方の湧水圧測定や真円形・二重支保パターンの採用などの対策を行い施工した。また、レール方式による切羽の早期閉合を実施するため、レール設備の配置などを検討した。

Construction of a Small-Section Tunnel Using Rail Haulage Excavation Method at the Fault Zone and Portal Directly Beneath the Hakodate Main Line

—The Hokkaido Jukan Expressway, Evacuation Tunnel of the Onuma Tunnel, the Togeshita Lot—

By Takeshi Yamada, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

The Hokkaido Jukan Expressway is a 681 km expressway that runs from Hakodate City to Wakkanai City. This project involves constructing an evacuation tunnel for the Onuma Tunnel on the Hokkaido Jukan Expressway. A 3,614-meter tunnel of the Togeshita Lot will be built at the starting point of the 7,042-meter-long tunnel (Hakodate City side). Due to the small cross-section and long length of the tunnel, the rail haulage was chosen for mucking operations. In the section near the tunnel portal with a shallow earth covering the construction crossed JR tracks. It was necessary to consider ways to control the settlement of JR track facilities and the collapse of the tunnel crown. Furthermore, the appearance of a fault fracture zone along the tunnel route was predicted while tunneling. When excavating through this fault fracture zone with a large amount of artesian water, it was necessary to excavate without destabilizing the tunnel face. Therefore, measures such as monitoring the water pressure behind the face and adopting a circular double steel support pattern were implemented in this zone. Additionally, the layout of rail equipment was examined to implement early closure of the tunnel face using rail haulage.

北海道縦貫自動車道七飯～大沼は事業延長約10kmのうち、約7kmの長大トンネルとなるため、避難坑を有する。そのうち、北海道縦貫自動車道七飯町大沼トンネル避難坑西大沼工区工事は、避難坑全長7,042mのうち札幌市側3,428mを対象とし、避難坑としての役割のほかには本坑施工のための地質データの収集や水抜き効果を目的とした工事である。本稿では支保の変状や変位により追加の対策工を実施した区間を2つに分類し、その内容について述べる。①熱水変質により粘土化した地質と3MPaを超える高被圧湧水の分布に対しては、長尺ボーリングによる水抜きとインバートストラットによる早期閉合と各支保工のランクアップで対応した。②粘土化した地質と300mを超える大土かぶりに対しては、円形二重支保を採用し、事前の数値解析や適用後の各種計測により支保の応力状態を把握し妥当性を確認した。上記の対策工の結果、無事掘削を終えることができた。

Adoption of Circular Double Steel Supports in Low-Strength Ground Affected by Hydrothermal Alteration and Measures Against Artesian Water

—The Hokkaido Jukan Expressway, Evacuation Tunnel of the Onuma Tunnel, the Nishi-Onuma Lot—

By Takeshi Yamada, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

The Nanae-Onuma section of the Hokkaido Jukan Expressway is approximately 10 km long, of which approximately 7 km is a tunnel, so an evacuation tunnel is required. The Nishi-Onuma Lot of the evacuation tunnel project for the Onuma Tunnel on the Hokkaido Jukan Expressway covers 3,428 m on the Sapporo side, out of the tunnel's total length of 7,042 m. In addition to building the evacuation tunnel, the project aims to collect geological data for the main tunnel's construction and to provide a dewatering effect. In this paper, the authors divide additional measures implemented due to deformation or displacement of supports into two groups and describe their content. (1) The clayey geology caused by hydrothermal alteration and the distribution of artesian water (>3MPa) were dealt with by dewatering through long boreholes, early closure with invert struts, and upgrading the support structures. (2) Circular double steel supports were adopted due to the clayey geology and the deep earth covering exceeding 300 m. The stress state of the supports was determined and their appropriateness confirmed through numerical analysis and various measurements before and after implementation. As a result of these measures, excavation was completed without incident.

国道357号舞浜交差点の周辺は、東日本大震災以降、排水機能の低下などにより、台風や大雨の際に度重なる路面冠水が発生している。本工事は、国土交通省と浦安市の協同事業により、舞浜交差点付近の冠水対策として、仕上がり内径2,600mm、延長約760mの雨水貯留管を、土かぶり10.1～11.3mで泥土圧シールド工法にて築造するものである。本工事を行っている浦安市舞浜地区は、柔らかい沖積層の上に砂質～シルト質砂の埋土が存在する超軟弱な地盤となっており、東日本大震災の発生時に液状化で甚大な被害を受けた地域となっている。この軟弱地盤においてシールド掘進するにあたり、地盤変位、近接構造物への影響、および液状化によるセグメントの浮上りが懸念された。本稿は、これらのトラブルを事前に予測し、その対応や対策を行った施工実績について報告するものである。

Tunneling with a Mud Slurry Shield TBM in Very Soft Ground for Rainwater Storage Facilities to Prevent Flooding at an Intersection

—The National Route 357, Maihama District Rainwater Storage Pipe Installation Work—

By Tatsufumi Takayama, Tobishima Corporation

Since the Great East Japan Earthquake, the area around the Maihama intersection on Route 357 has been repeatedly flooded during typhoons and heavy rainfall due to the deterioration of drainage functions and other factors. This project is promoted by a joint venture between the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism and Urayasu City. It involves constructing a rainwater storage pipe with a finished inner diameter of 2,600 mm and a length of approximately 760 m, buried under an earth covering of 10.1 to 11.3 m, using the mud slurry shield method, as a flood prevention measure around the Maihama intersection. The Maihama district of Urayasu City, where the construction works are being carried out, has extremely soft ground, with sandy to silty sand fill layered on top of soft alluvial deposits. The area suffered severe damage from liquefaction during the Great East Japan Earthquake. When tunneling through such soft ground, there were concerns about ground displacement, impacts on adjacent structures, and segment uplift caused by liquefaction. In this paper, the authors report on the results of the construction project in which these problems were predicted in advance and measures were taken to deal with them.

研究

地震による覆工崩落を抑制するフェイルセーフ対策に関する研究

57

(国研)土木研究所 日下 敦

主に岩盤内に建設される山岳トンネルは、一般に地震に強い構造物と考えられてきたが、近年の地震では覆工コンクリートの崩落を伴うほどの被害を受けた事例もあった。このような被害を抑制するため、著者らは、実トンネルでの動的計測、模型実験、数値解析などにより、地震時の山岳トンネルの力学的挙動などについて検討を行った。その結果、一般的な区間ではトンネルは地震時に周辺地山と一体となって挙動し、特別な耐震対策を要するほどの荷重が覆工には作用しないと考えられることがわかった。一方で、地震時に地山に大きな変形が生じるおそれのある特殊な条件を有する区間においては、覆工に単鉄筋補強を行うことが、地震時に覆工が損傷したとしても大規模なブロックで落下することを抑制するためのフェイルセーフとして有効であることがわかった。

**Research on Fail-Safe Measures to Prevent Lining Collapse Caused by Earthquakes
By Atsushi Kusaka, Public Works Research Institute**

Mountain tunnels, which are mainly constructed in rock masses, are generally considered to be earthquake-resistant structures. However, recent earthquakes have caused severe damage in some cases, including the collapse of concrete linings. To prevent such damage, the authors investigated the mechanical behavior of mountain tunnels during earthquakes through dynamic measurements in actual tunnels, model experiments, and numerical analysis. As a result, it was found that in normal sections, tunnels behave as one with the surrounding ground during an earthquake, and the lining is not subjected to loads that would require special seismic measures. On the other hand, in sections with special conditions where significant ground deformation is likely during an earthquake, installing single reinforcement in the lining concrete is an effective fail-safe measure to prevent the collapse of large blocks, even if the lining is damaged during the earthquake.

報告

欧州3か国(オーストリア・スイス・フランス)現場技術調査報告(1)

67

(一社)日本トンネル技術協会

2025年2月15～24日までの9日間、トンネル技術情報の収集と視野の拡大を図り、トンネル技術者との交流を持つことを目的として技術調査団を結成し、オーストリア、スイス、フランスの3か国を視察した。本号と次号の2回に分けて主な視察内容を報告する。本稿では、前半に訪れたオーストリアでの大学や研究施設の訪問とトンネル工事現場の視察について報告する。

Report on On-site Technical Survey in Three European Countries (Austria, Switzerland, and France) (1)**By Japan Tunnelling Association**

A technical survey team was formed and visited Austria, Switzerland, and France for nine days, from February 15 to 24, 2025, to collect information on tunnel techniques, expand their perspectives, and interact with tunnel engineers. This issue and the next issue will report on the main findings of the visit. This paper reports on visits to universities and research facilities in Austria and an inspection of a tunnel construction site during the first half of the trip.