

低土被り区間における鉄道トンネルの設計・施工について

東日本旅客鉄道（株） 東北工事事務所 正会員 ○伊藤 雄太

はじめに

東北地方太平洋沖地震に伴う津波により甚大な被害を受けたＪＲ常磐線の駒ヶ嶺駅～浜吉田駅間は、お客さまの安全確保を最優先としつつ、まちづくりと一体とするため、現位置よりも内陸へルートを変更して復旧を行う。移設区間のうち坂元駅～山下駅間の戸花山に２本のトンネルを計画した。戸花山は土被りが小さいことから通過構造は切土とトンネル構造の比較検討を行い、周辺環境への影響や工期などを総合的に判断し、トンネル構造を採用した。本稿では、土被りが小さい当該トンネルの設計・施工概要について報告する。

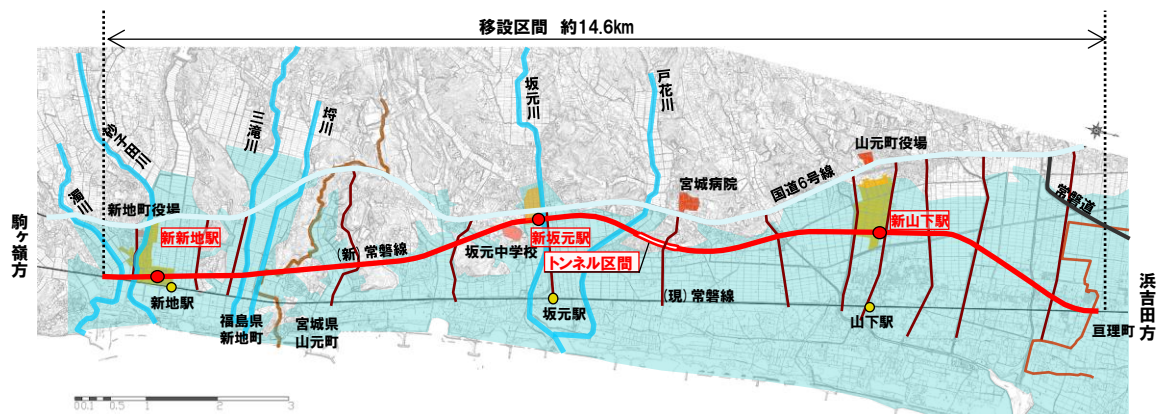


図１ 移設区間概略ルート図

１．計画概要

当該トンネルは、日暮里方から第１戸花山トンネル、第２戸花山トンネルとし、延長はそれぞれ 117m、427m である。トンネル内空断面は、幅 5.6m、高さ 6.1m であり、道路トンネル等と比較すると小断面である。なお、本トンネルは津波の浸水区域に施工するため、線路左側の作業用通路（幅 700mm）を津波発生時の避難路として活用することとした。図２に内空断面図を示す。

また、戸花山は標高が約 35m と低く、掘削天端から地表面までの土被り厚は 2D 程度（D：トンネル掘削断面高 7.8m）であり、土被り厚が 1D を下回る区間が全体の約 3 割以上を占める低土被りのトンネルとなっている。図３にトンネル縦断面図を示す。本トンネルの掘削工法は、トンネル延長が短いため、コスト面の検討から山岳工法のうち NATM 工法による機械掘削とした。

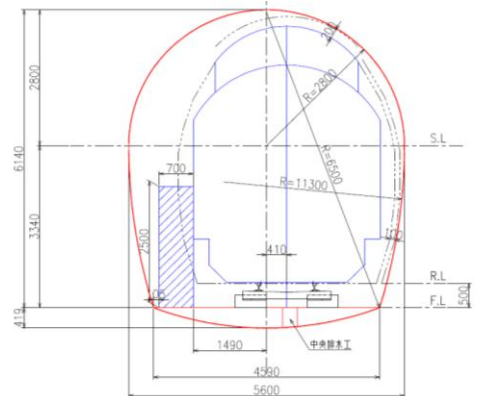


図２ 内空断面図

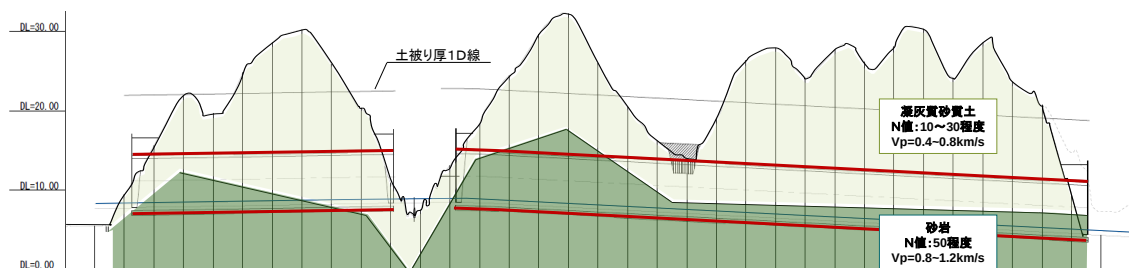


図３ トンネル縦断面図

キーワード 東日本大震災、鉄道トンネル、低土被り、NATM

連絡先 〒989-2203 宮城県亶理郡山元町浅生原作田山 2-71 TEL 0223-23-1203

2. 土質条件

本トンネルの設計にあたり、地山のボーリング調査と弾性波探査を行った。地層構成はいずれの箇所においても表層から順に、未固結な砂質シルト層・砂質土層、固結した砂岩層の順に構成されていた。これらの結果を基に地山分類を行い、一般地山の最低等級となる1_L（Lは未固結地山を示す）に区分した。

3. 構造計画

3-1. 支保工の設定

支保工の計画にあたっては、先の地質調査及び地山分類から、地山状況が未固結であることを考慮し、「鉄道構造物等設計標準・同解説（都市部山岳工法トンネル）」¹⁾に記される標準支保パターン（I_{LSP}）を適用した。なお土被り厚1D以上の区間では、インバート部の地質がN値50程度の砂岩層であるためインバート支保工を設定しないこととした。表1に適用した支保構造を示す。

表1 適用支保構造

		側壁ロックボルト		吹付けコンクリート厚		鋼製支保工		
		長さ	本数	アーチ・側壁	インバート	アーチ・側壁	インバート	建込み間隔
適用 支保構造	土被り1D以上の区間	3m	10本	200mm	200mm	125H	-	1.0m
	土被り1D未満の区間	3m	10本	200mm	200mm	125H	125H	1.0m

3-2. 補助工法の設定

地山が未固結であることから、トンネル掘削面よりも先の地山を安定させるために地山内部に薬液を注入して安定を図る補助工法を施工することとした。工法の選定にあたり、天端部の崩落を防ぐ補助工法に長尺鋼管先受工と注入式フォアポーリング工、鏡面の補助工法に長尺鏡先受工を選定した。

4. 施工計画

4-1. 掘削方法

本トンネルは地山が砂質土であるため機械掘削にて施工する。掘削後は、鉄筋組立及びコンクリートを打設し、軌道工事を行う。本報告では、掘削について述べる。

本トンネルは単線断面のトンネルのため、内空断面が狭い特徴がある。このため、トンネル坑内において施工機械と土砂搬出車両が行き違うことができず、道路トンネルの掘削のように、上半と下半の掘削を同時に行うことができない。この制約から、先行して上半の施工を行い、その後下半の施工を行う工程を繰り返す上下半交互併進機械掘削方式を選定した。掘削順序図を図4に示す。

4-2. 掘削状況

切羽面については、内空上部に未固結なシルト層、内空中央付近の大部分を砂質土層、そしてインバート部では固結した砂岩層が認められる。全体的に水分を多く有しており、場所によっては互いの層境部において湧水が発生している状況であり、掘削後は直ちにコンクリート一次吹付けを行い、切羽の抜け落ちを防ぐよう注意しながら施工を行っている。図5に切羽状態を示す。

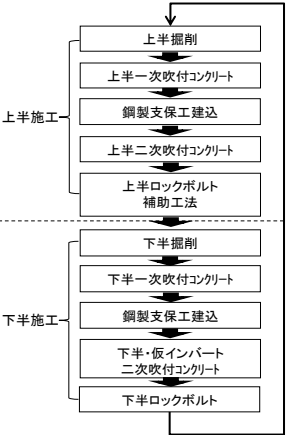


図4 掘削順序図



図5 切羽状態図

5. まとめ

本稿では、常磐線の移設復旧区間における土被りが小さいトンネルについての施工概要を報告した。現在は、第1トンネルの掘削が完了し、第2トンネルも2月下旬の貫通をめざし、安全第一で工事を進めて行きたい。

【参考文献】

1) 鉄道構造物等設計標準・同解説（都市部山岳工法トンネル）：鉄道総合技術研究所 平成14年5月