

鉄道トンネル低土被り部の設計・施工に関する検討

東日本旅客鉄道株式会社	正会員	○伊藤	雄太
東日本旅客鉄道株式会社	正会員	北野	雅幸

1. 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線区のうち、J R 常磐線の駒ヶ嶺駅～浜吉田駅間においては、お客さまの安全確保を最優先としつつ、地域全体の復興やまちづくりと一体となった復旧とするため、現位置よりも内陸へルートを移設して復旧する計画である。移設区間の全体図を図 1 に示す。移設区間のうち、坂元～山下駅間では丘陵部（戸花山）をトンネルで通過する構造としている。本稿では、当該トンネルの支保構造等について検討した結果を報告する。

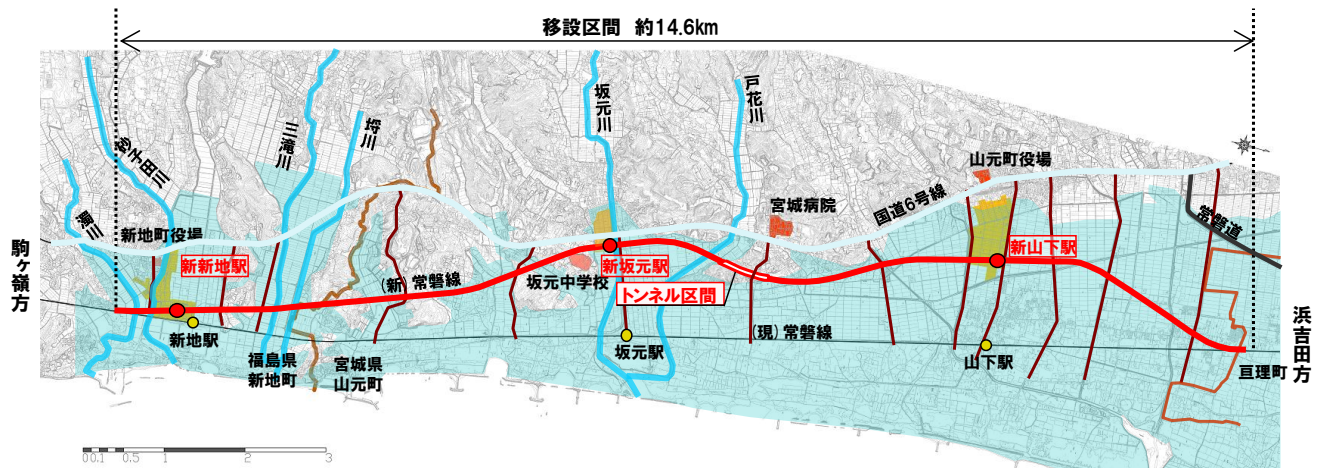


図 1 移設区間全体図

2. トンネル区間概要

当該トンネルは、駒ヶ嶺方から第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177m及び427mである。戸花山の通過構造については、切土構造とトンネル構造の検討を行った。その結果、切土構造とした場合大規模な地形改変による周辺環境への影響が大きいこと、戸花山に桜の植樹活動が行われていること、当該区間に埋蔵文化財が多く想定されており、発掘調査による工程への影響が大きいことなどから、総合的に考慮してトンネル構造とすることとした。しかしながら、戸花山の標高が低いため土被り厚は最大でも2D（D：トンネル断面高）程度であり、全体の3割以上を1D未満の区間が占めている。

3. トンネル内空断面の設計

本トンネルの内空断面は、単線交流電化区間の建築限界に対し、電灯の添加や保守等に必要の余裕を見込んだ建築限界外余裕を設けた形状とし、既存の単線トンネルの事例を参考にトンネル上半半径と下半半径の関係は、3.5～5倍程度に設定した。

また、本トンネルは東日本大震災による津波の浸水範囲に位置することから、地震や津波等によりトンネル内で列車が停車した際の避難路としても活用できるよう、作業用通路（700mm）を設ける構造とした。標準断面図を図2に示す。

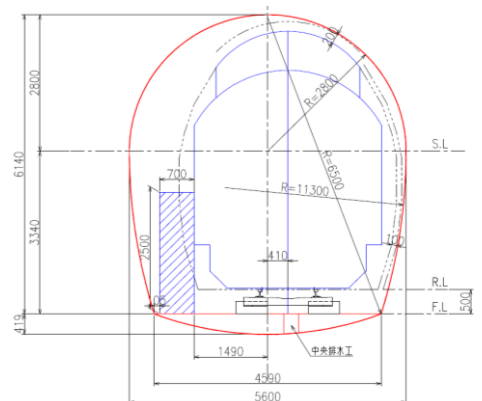


図 2 標準断面図

4. 地山区分と支保の設計

本トンネル地山の地質は、大部分が砂質シルト及び凝灰質砂岩の風化岩から成る。各種調査を行ったところ、弾性波速度は0.4～0.8km/s、N値は10～30、細粒分含有率は10%以上であるが、想定される相対密度は80%を満たしていないことがわかった。これらを考慮し当該地山を一般地山の最低等級である「I L」¹⁾に区分した。

また、支保パターンは「山岳トンネル設計施工標準」²⁾を適用するとI LPとなるが、事前調査より地質が未固結であるためI LPの支保パターンよりも剛性を高める必要がある。そこで、地山状況が類似しI LPよりも剛性が高い「都市部山岳工法トンネル標準」¹⁾に示されるI LSP支保パターンを基本とすることとした。

しかし、土被り厚1 D以上を確保できる区間については、インバート支保工を施工しない場合でも切羽の安定が得られることをFEM解析より確認できたため、インバート支保工は設置せず、インバート吹きつけのみ行うこととした。各示方書の支保構造例と今回採用する支保構造を表1に示す。

表 1 各示方書による支保構造例と今回採用した支保構造

		支保 パターン	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
示方書例	山岳トンネル設計施工標準	I LP	3m	8本	150mm	－	100H	－
	都市部山岳工法トンネル	I LSP	3m	10本	200mm	200mm	125H	125H
適用 支保構造	土被り1D以上の区間	－	3m	10本	200mm	200mm	125H	－
	土被り1D以下の区間	I LSP	3m	10本	200mm	200mm	125H	125H

5. 補助工法の選定

補助工法の選定は「トンネル標準示方書 山岳工法・同解説」³⁾を参考とした。天端については、地山が未固結であることから長尺鋼管先受け工を全区間で行うことを基本とした。ただし、第1トンネル起点側の坑口付近は土被り厚が薄い区間が続き、長尺鋼管先受け工の施工ができないため注入式フォアポーリングを選定した。また鏡面については、土被り厚が1 D未満となる区間で、地質状況から安定が得られないと想定される区間のみ長尺鏡補強工を用いることとした。表2に各箇所でも適用する補助工法を示す。

表 2 適用する補助工法

対象箇所	地質状況		補助工法	
	地表部～天端付近	鏡面付近	天端	鏡面
第1トンネル 起点側	N値10前後の粘性土層	平均N値30程度の砂質土層	長尺鋼管先受け工 注入式フォアポーリング	－
第1トンネル 終点側	N値10以下の粘性土層	N値10前後の砂質土	長尺鋼管先受け工	長尺鏡補強工
第2トンネル 起点側	N値5以下の沖積粘性土		長尺鋼管先受け工	長尺鏡補強工
第2トンネル 終点側	N値10前後の粘性土層	N値10前後の砂質土	長尺鋼管先受け工	長尺鏡補強工
その他区間	－	－	長尺鋼管先受け工	－

6. 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検討内容の報告を行った。現在は、工事着手に向けて施工計画の詳細検討を進めており、1日も早い常磐線の復旧と地域の復興に向けて、努めて行きたい。

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
- 2) 山岳トンネル設計施工標準：鉄道運輸機構 平成20年4月
- 3) トンネル標準示方書 山岳工法・同解説：土木学会 平成18年7月