

東北地方太平洋沖地震における新幹線トンネルの被害と復旧

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○松沼 政明
東日本旅客鉄道(株) 正会員 齋藤 貴

1. はじめに

2011年3月に発生した Mw9.0 の東北地方太平洋沖地震において、一部の新幹線トンネルが被害を受けた。被災トンネルのうち特に被害が大きかったのは福島トンネルと志賀トンネルである(図1)。本稿では、これら2トンネルの被災概要および復旧の概要、断面計測による変位の推移について述べる。

2. 福島トンネル

福島トンネルは、東北新幹線郡山～福島間に位置する延長11,705mのトンネルである。被害を生じた区間の地質は泥岩と凝灰岩の互層となっている(図2)。掘削工法は、上部半断面先進レール工法、底設導坑先進上部半断面工法で施工され、支保工は H175, ctc1.3m, 覆工厚は 50cm, 路盤構造は、りょう盤コンクリートであり(図3)、1976年4月にしゅん工した。なお、震央からの距離は153kmである。

福島トンネルの被害は、延長約160mの区間において、中央通路部の側壁傾斜、底板損傷等の被害が生じ、さらに中央通路側のレールが側壁側よりも相対的に高くなる水準変位が大きく発生した。図4に中央通路部の変状写真を示す。当該区間の軌道の高低(レベル測量による相対高さ)データを図5に示す。図5中、横軸がキロ程、縦軸がトンネル内に仮の基準点を設定した場合の軌道の相対高さを示す。下り線の軌道検測の結果からは、水準変位量(左右レールの高低差)は最大で67mmであった。これは、中央通路側が側壁側に比べ、相対的に高くなっていることを示している。

3. 志賀トンネル

志賀トンネルは、東北新幹線白石蔵王～仙台間に位置する延長3,502mのトンネルである。被害を生じた区間の地質は、泥岩や頁岩、凝灰岩、角礫凝灰岩などが複雑に組み合わせられた地質、地層構造となっている(図6)。掘削工法は、側壁導坑先進上部半断面工法のほか、2段サイロットやスプリングサイロット工法が用いられ、支保工は H200, ctc0.9, 1.0m, 覆工厚は、70, 90cm, インバート構造であり(図7)、1976年3月にしゅん工した¹⁾。なお、震央からの距離は117kmである。



図1 被災トンネル位置図

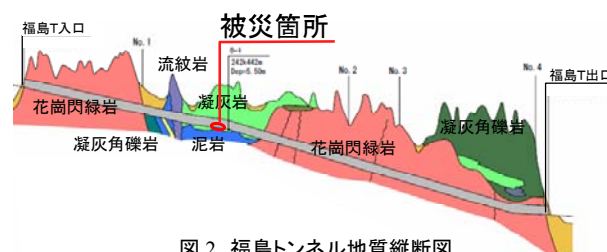


図2 福島トンネル地質縦断面図

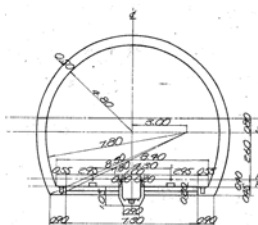


図3 福島トンネル断面図



図4 福島トンネル中央通路変状

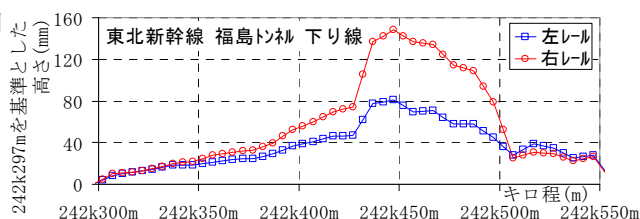


図5 福島トンネル被災区間軌道計測結果(下線)

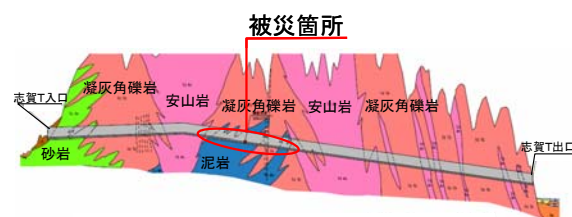


図6 志賀トンネル地質縦断面図

キーワード 東北地方太平洋沖地震, 新幹線, トンネル

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木2-2-2 東日本旅客鉄道(株) 構造技術センター TEL 03-5334-1288

志賀トンネルの被害は、延長約 700m の区間において福島トンネルと同様に路盤部の隆起に伴う中央通路変状および軌道変状であった。図 8 に志賀トンネルの中央通路部の変状写真を示す。図 9 に志賀トンネルの主要な変状区間の上下線軌道の高低データを示す。図 9 の横軸が線路方向のキロ程(m)、縦軸が、左レール、右レールそれぞれの高さ(mm)を示している。なお、高さはトンネル内に仮の基準となる点を設けて相対的な高さを測定したものである。図 9 より、志賀トンネルの軌道変位は、3箇所ピークを持った軌道の隆起であることがわかる。さらに、3箇所とも軌道の中央通路側のレールが側壁側のレールに対して隆起傾向にあった。

4. 復旧概要

復旧方針として、路盤のはつりおよびスラブ据えなおし、ならびにりょう盤コンクリート下の地山等への空隙および開口部へのセメントミルク等の充填を主な工種とした応急復旧により、早期の運転再開を行い、運転再開後に路盤部および側壁部へのロックボルト打設(図 10, 11)を行う本復旧とに分けて実施した。

5. 断面計測

被害を受けたトンネルの応急復旧による運転再開にあたり、路盤部及び内空変位の計測監視を継続実施することとした。志賀トンネルにおける変位測定断面の例を図 12 に、ロックボルト打設前後の内空変位計測の例を図 13 に示す。図 13 の縦軸が内空変位、横軸が日付である。図 13 に示す例では、内空幅が縮小傾向にあったものが、側壁および路盤部へのロックボルトの打設により、内空変位の収束が確認された。

6. まとめ

2011 年 3 月の東北地方太平洋沖地震において、一部の新幹線トンネルが被害を受けた。当該地震におけるトンネルの特徴的な被害は、トンネルの一部区間における路盤部の隆起であった。復旧方法として、早期の運転再開を図るために、路盤部の空隙充填、軌道スラブの据えなおしによる応急復旧を行い、運転再開後に路盤および側壁下部へのロックボルト打設による本復旧を実施した。

参考文献

- 1) 田中康雄：軟弱地質の下半掘削，トンネルと地下，1975.12

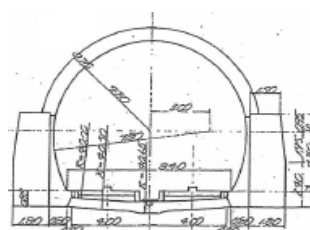


図 7 志賀トンネル断面図



図 8 志賀トンネル中央通路変状

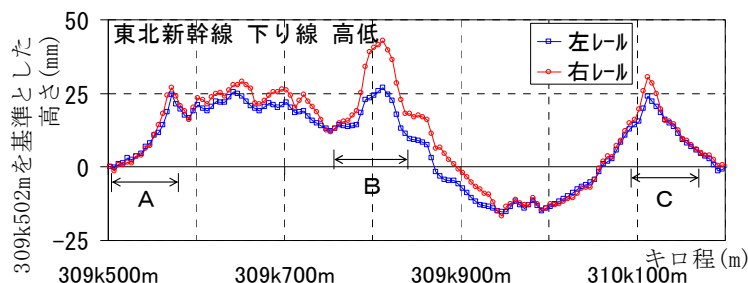


図 9 志賀トンネル中央通路変状

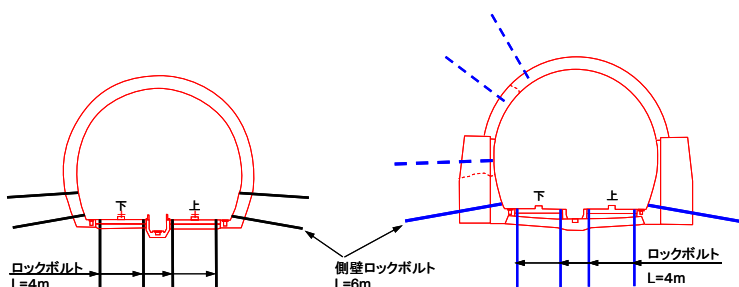


図 10 ロックボルト打設パターン
(福島トンネル)

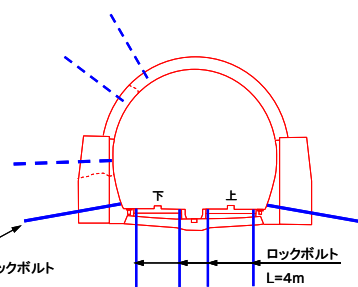


図 11 ロックボルト打設パターン
(志賀トンネル)

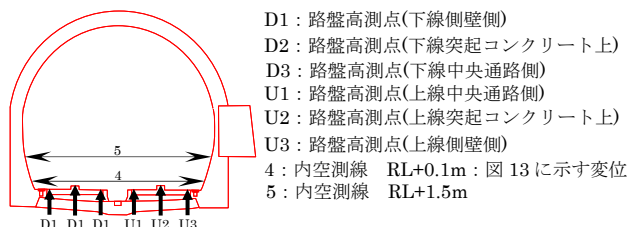


図 12 路盤高測定位置および内空変位測線

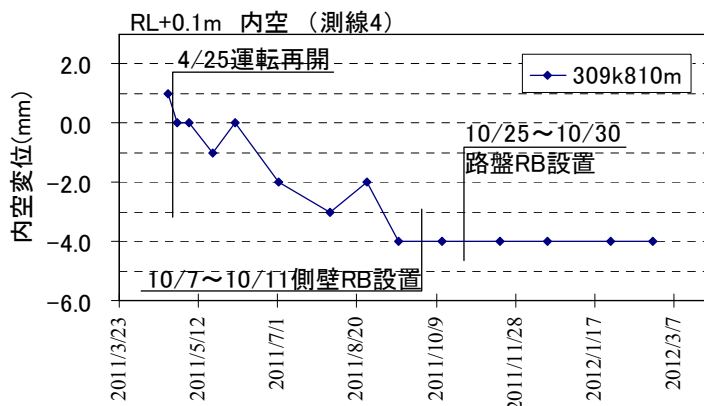


図 13 内空変位の推移(図 9 における B 区間の例)