

東北地方太平洋沖地震における新幹線トンネルの被害原因と今後の耐震対策について

JR 東日本 正会員 ○宮崎 真弥 JR 東日本 正会員 鈴木 尊
JR 東日本 金子 建児 JR 東日本 正会員 橘内 真太郎

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震において、東北新幹線の一部のトンネルが被害を受けた¹⁾。本稿では被害を受けたトンネルのうち郡山・福島間に位置する福島トンネルの路盤部の隆起原因と、現在計画している新幹線トンネルの路盤部の耐震対策について報告する。

2. 被害概要

福島トンネルにおける主な被害は図-1 に示すように、上下線間の中央通路部に側壁の傾斜に伴う路盤部の開口や、底版の損傷、および路盤部の隆起に伴う軌道変状等である。なお、覆工コンクリートの崩落あるいはアーチ部や側壁部にひびわれ等の発生は確認されなかった。また、りょう盤コンクリートと地山の間や路盤コンクリートとりょう盤コンクリートの打継ぎ目部に空隙が確認された。

3. 復旧工事

復旧工事は応急工事と本復旧工事に分けて実施した。応急工事はりょう盤コンクリートと地山の間等の空隙箇所および路盤部の開口箇所へのセメントミルクの充填や、路盤隆起に伴う路盤コンクリート面のはつりによる盤下げを主な工種とした。本復旧工事は営業運転再開後に図-2 に示すように、路盤部および側壁部へのロックボルト打設を実施した。ロックボルト打設は路盤部および側壁部ともに $\phi=32\text{mm}$ 、長さ 4 m の自穿孔タイプを使用した。なお、本復旧までの間、内空変位計測と水準測量による計測監視を行った。

4. 被害原因

被害を受けた区間の地質は現地調査や図-3 に示すように、地質縦断図等の既存資料から新第三紀の泥岩が介在し、しゅう曲構造の泥岩層と凝灰岩との互層からなる地層構造であることが確認された。また、中央通路部に損傷を生じた区間に、りょう盤コンクリートとインバートコンクリートの路盤構造の変化点があることも確認された。りょう盤コンクリートは当時の設置基準では硬岩～中硬岩で適用するとなっており、被害区間は切羽の大部分が中硬岩である凝灰岩が出現していたため(底部は軟岩である泥岩が出現していたと考えられる)、りょう盤コンクリートが採用されたと考えられる。隣接する区間では切羽全面に泥岩が出現したと考えられることからインバートコンクリートが設置されている。インバートコンクリート区間は路盤部の変状は



図-1 路盤部の被害状況

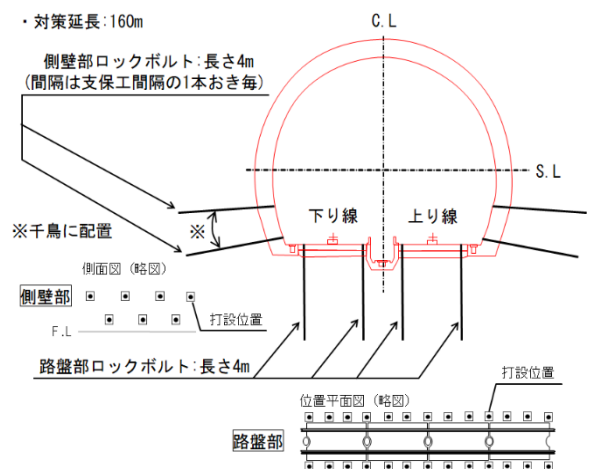


図-2 路盤部および側壁部ロックボルト打設位置図

キーワード 鉄道，トンネル，地震，耐震，路盤隆起

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木二丁目2番6号（JR 新宿ビル 4F）TEL 03-6276-1251

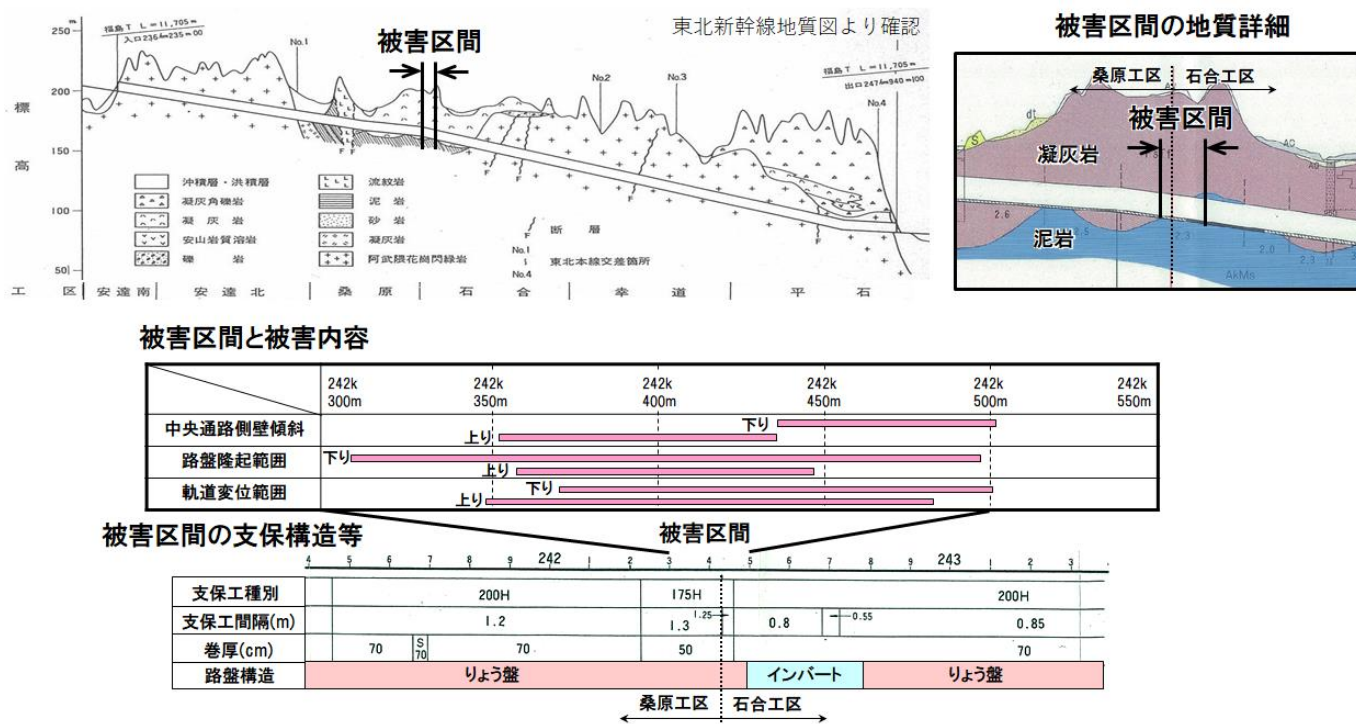


図-3 被害発生区間付近の地質・支保工・路盤構造

少なく、起点のりょう盤コンクリート区間に変状が発生した。また、被害を受けた区間の覆工面には東北地方太平洋沖地震の以前より、軸方向のひびわれが存在し既往変状が発生していた。被害を受けた区間はひびわれ数が相対的に多い状況であった。これらのことより、今回の被害区間は地盤全体が動く中で、被害を生じなかった区間と比較し弱い層にひずみがたまり、トンネル構造上の弱点となっている路盤部に被害を生じたものと想定した。

4. 今後の耐震対策

福島トンネル等の東日本大震災で被害を受けたトンネルの被害原因より、今後のトンネルの耐震対策の基本的な考え方として、以下の3つの条件に整理した。

- ① 地質や地層構造の条件が悪い区間（複雑な地質・地層構造、施工時に難航した記録）
- ② 構造上の特徴がある区間（りょう盤コンクリートまたは、半径の大きいインバートコンクリート構造、支保構造の急変箇所）
- ③ 既往変状が発生している区間

具体的な対策範囲については、まず地質や地層構造が悪い区間とりょう盤コンクリートまたは、半径の大きいインバートコンクリート構造の区間を抽出した。その後、巻厚、支保工種別、支保工間隔等の支保構造の急変する箇所等の構造上の特徴から範囲を絞り込み、さらに現地調査等を実施し絞り込むこととした。対策内容としては、路盤部や側壁部へのロックボルト対策を考えている。また、トンネル構造の安定を考慮し過去の耐震対策²⁾で行われた裏込注入工やアーチ部のロックボルトも、必要により実施することを考えている。

4. まとめ

東日本大震災で被害を受けたトンネルの被害原因を推定し、その類似箇所に対して、新たにトンネル路盤部の耐震対策を実施することを考えている。今後、速やかに実施していくことで鉄道の安全輸送に貢献できると考えられる。

参考文献

- 1) 松沼政明, 齋藤貴: 東北地方太平洋沖地震による新幹線トンネルの被害と復旧, 土木学会第 67 回年次学術講演会, 2012. 9
- 2) 小野桂寿, 森山智明, 石川健一: 鉄道トンネルにおける耐震対策, 土木学会第 64 回年次学術講演会, 2009. 9