

自穿孔ロックボルトを用いた新幹線トンネル耐震対策の現状と課題

東鉄工業(株) 正会員 ○小林 将大
東日本旅客鉄道(株) 高崎土木技術センター 森村 雄大

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災において、複線断面のトンネルにおいて路盤隆起が発生した。その影響で軌道変位（水準）が発生しており、調査が必要な状況であった。震災発生後の調査により、変状原因が推定され、同条件のトンネルにおいて路盤隆起対策を進めることとなった。

2. 変状箇所の特徴

変状箇所の特徴は以下と推定されている。

- ・路盤構造がりょう盤
- ・トンネル構造が大きく変化する区間
- ・半径の大きいインバート区間
- ・施工に苦慮した区間

上記類似箇所を抽出した結果、図-1のように3トンネルの一部区間が類似条件に当てはまったことから施工対象区間となった。

3. 対策内容

対策工はロックボルト打設とし基本配置は図-2のとおりである。また、ロックボルトはD25 中実ボルト・L=4.0mを基本としている。

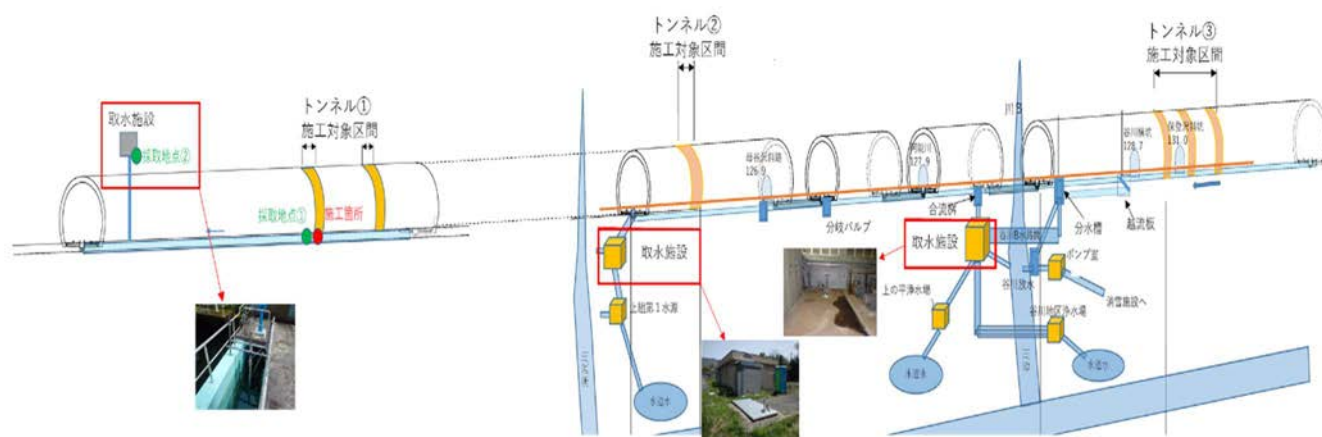


図-1 対象区間トンネル位置図

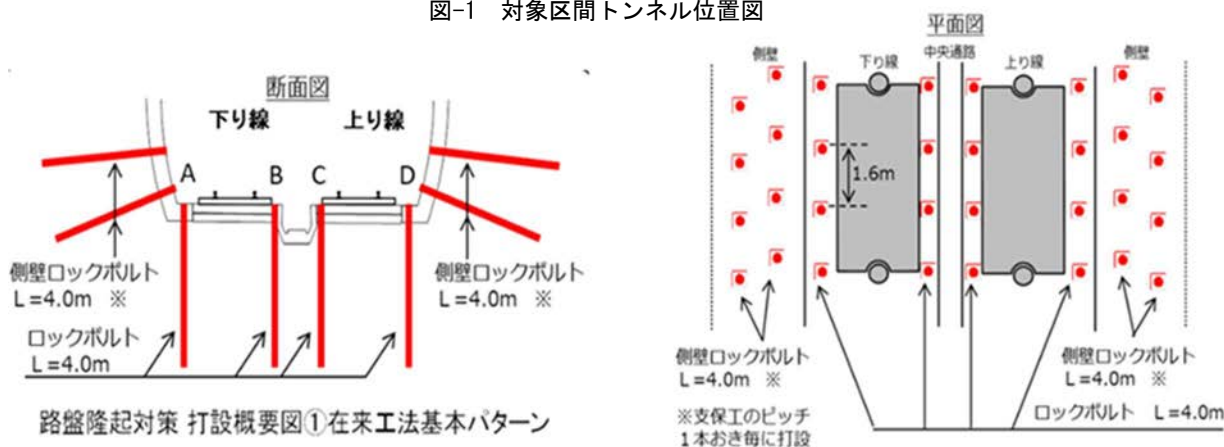


図-2 路盤隆起対策打設概念図 在来工法区間

キーワード トンネル耐震, 自穿孔ロックボルト, 機械化施工, 鉄道

連絡先 〒370-0045 群馬県高崎市東町172番地9 東鉄工業高崎支店 TEL 027-323-4630

〒370-0052 群馬県高崎市旭町190番地 JR高崎支社 高崎土木技術センター TEL 027-324-6594

4. ロックボルト打設の工夫

短時間で多くの本数を施工するため17mトロ台車に新開発の下向きロックボルト打設機を搭載した新幹線専用のドリルジャンボで施工した。(写真-2) また施工時間は1番短くて約1時間である。ロックボルトは、施工時間の大幅な短縮が見込める自穿孔のロックボルトを採用した。施工は、狭隘な当該線のみで打設ができるようトンネル内空断面や隣接線にドリルジャンボが出ないように2mのロックボルトを2本使用しジョイントして施工することにした。



写真-2 ロックボルト削孔

5. 施工における課題

1) 硬岩削孔への対応

対象区間一部のトンネルでは、地山が固く1本の削孔に30分以上掛かりドリルジャンボに大きな負荷が掛かった。ロックボルト打設予定本数は約4300本でこのトンネルは約1900本と約4割である。作業時間から当初は1日当たり1本/台の削孔が限界であった。1日当たりの施工量増とドリルジャンボ負荷軽減という課題があった。

2) 湧水への対応

トンネルの湧水は、現在でも生活用水として取水されており、またトンネル内中央水路に流れている水は近傍市町村の農業用水としても利用されている。ロックボルト施工により削孔水、モルタル等が流れる懸念があったことから水質管理が課題となった。

6. 課題への対処方法

1) 当初使用しているクロスビットは軟岩用であった。硬岩にも対応できるように自穿孔用のボタンビットの改良を行った。ボタンの径と配置を変えた2パターン試作した。1つ目はΦ8のボタンビット、2つ目はΦ9とΦ10の合せたボタンビットにし、現場で削孔試験を行った。(写真-3)

その結果ドリルジャンボに掛かる負荷も軽減したことから、採用し量産することにした。また、クロスビットよりも3割から4割程度施工スピードが上がり、これにより平均2本/台施工できるようになり1日最大で6本の施工が可能なこともある。

2) トンネルの流末方に自動水質監視装置システム(写真-4、図-3)を設置し常時濁度、pHの計測を行った。図-1のように現場施工箇所下流で施工時に濁度、pH監視を行うだけでなく、実際に削孔している箇所でも常時監視することで2重の水質監視体制とし、湧水の水質を守っている。



写真-3

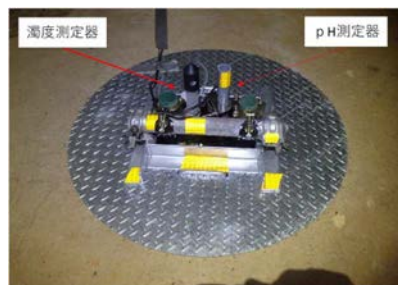


写真-4 自動水質監視システム

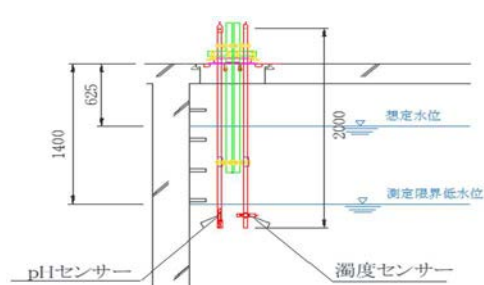


図-3 トンネル取水施設

7. おわりに

施工上の課題はこの他にもあり、現在課題解決に向け試験等を行っている。頻発する地震に備えるため、できるだけ早期の完成を目指し、鉄道を利用する方たちに安全に利用していただけるよう日々夜間工事を行っている。我々の創意工夫で安全安定輸送の向上に貢献できれば幸いである。