

トンネル構造と地山評価に関する一考察 ～施工編～

JR 東日本 高崎土木技術センター 正会員 ○中島 仁志, 原田 悟
 JR 東日本 構造技術センター 正会員 齋藤 貴, 清水 満, 鈴木 尊
 JR 東日本 高崎支社 鈴木 誠治

1. はじめに

北陸新幹線高崎・長野間は、平成9年10月に国内初の整備新幹線として開業した。このうち、安中榛名・軽井沢間に位置する碓氷峠トンネル(図1)では、平成16年にトンネル内で継続的な軌道隆起が確認され、このままでは列車運行に支障をきたす事態が発生した。そこで平成18年に対策工を実施し、現在継続的に監視を続けている。ここでは、発生変状の概要や対策工の施工状況、その後の変状等について報告する。



図1 碓氷峠トンネル位置平面図

2. トンネルおよび変状概要

碓氷峠トンネルは、平成元～7年にかけて NATM 工法で建設された延長 6,092m の新幹線複線断面トンネルであり、一般的な支保パターンはロックボルト 3m×6 本、吹付けコンクリート厚 10cm となっており、りょう盤コンクリート構造(厚さ 25cm)となっている(図2)。

ロックボルト
D25 L=3.0m

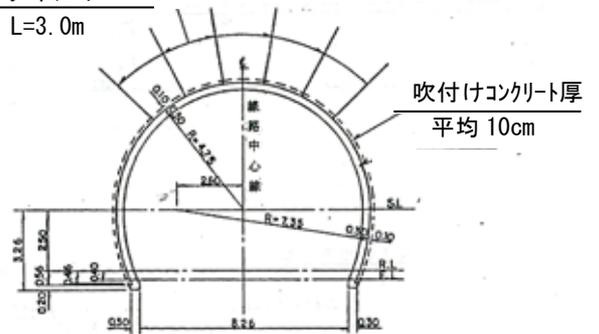


図2 碓氷峠トンネル断面図

変状は、トンネル中央付近約 2km の区間で 8 箇所の隆起が確認された(図3)。開業以来レール高さが徐々に上昇しており、最も変状が著しい箇所は 3mm/年の速度で隆起を続けていた(図4)。現地調査の結果、路盤コンクリートの打継部において段差が生じ、盤ぶくれが発生していることが確認された(写真1)、また、側壁部には水平方向のひびわれが発生しており(写真2)、当該箇所付近は周辺から地圧を受けている可能性が高いことが伺えた。

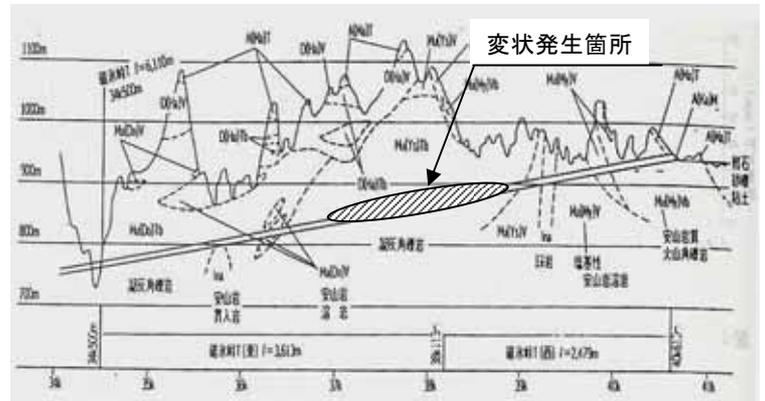


図3 碓氷峠トンネル地質縦断面図(出典:工事誌1)

3. 対策工

8 箇所の変状の内、変状速度が速く早期に対策が必要な 2 箇所に対し、盤ぶくれ対策として実績の多い下向きロックボルトを施工することとした。



写真1 路盤隆起状況



写真2 水平ひびわれ状況(補修済)

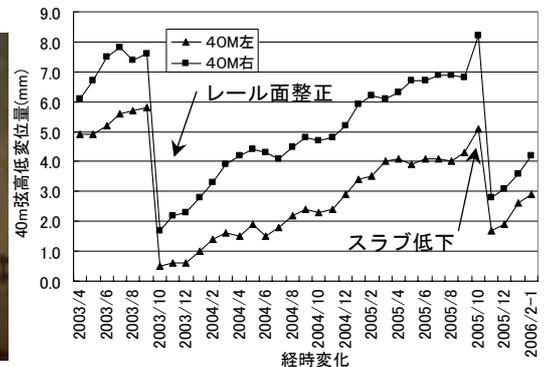


図4 軌道隆起量の推移

キーワード 新幹線トンネル, 路盤隆起, 盤ぶくれ対策
 連絡先 〒370-0052 群馬県高崎市旭町190番地 東日本旅客鉄道(株)高崎土木技術センター TEL 027-324-6594

対策工の施工範囲は、緊急性が高い箇所対策であるため、最も変状が著しい箇所を中心にスラブ2枚分(約10m)とした(図5)。ボルト本数は1断面当り最大6本とし、トンネル延長方向には約

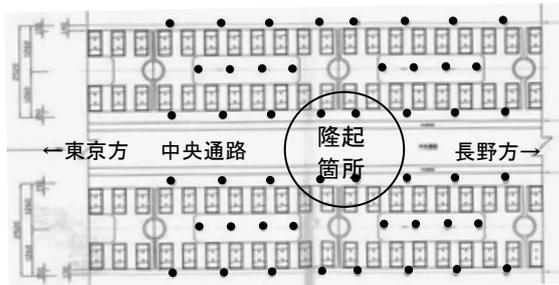


図5 ロックボルト打設位置平面図

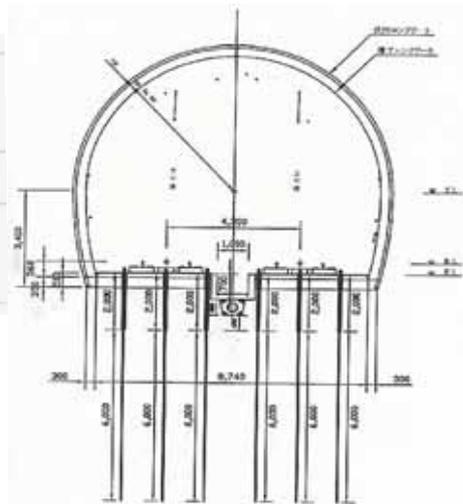


図6 ロックボルト打設断面図

1.5m 間隔とし、1箇所当り48本、計96本の設置とした。ボルト長さは新幹線断面で使用される一般的な増しボルト長6.0mに、りょう盤の厚さや中央集水管への影響を考慮して8.0mとした(図6)。

施工は限られた夜間の保守間合いで行う新幹線保守工事の時間的制約や、新幹線トンネル内の狭隘な施工箇所という空間的制約を考慮し、重機を上載したトロリー台車をモーターカーで牽引し、台車上からの削孔作業とした。施工機械は確実性や安全性を考慮し、ロータリーパーカッションドリルでの削孔とした(写真3)。

1晩当りの実作業時間は約3時間と短時間であったため、1.5本/日しか施工できず、競合作業による作業中止や、準備作業等を含めると、施工期間は約200日間と長期間に亘った。



写真3 施工状況

4. 対策工の検証

変状の経時変化を把握するため、ロックボルトにひずみ計、路盤の段差箇所にクラック計を新設し、トンネル内空断面測定や路盤測量と併せて計測を実施し監視体制を強化している。一例としてロックボルトのひずみ計の計測結果(設置後約1ヶ月の経時変化)を図7に示す。これより、深さ2~4m付近の軸力が卓越しているが、先端は軸力が生じていないことから、ボルトは緩み範囲を包括し、適切なボルト長であったと考えられる。

また対策後の軌道計測によれば、急激な隆起は抑制されており、対策工の効果が確認された(図8)。

5. おわりに

変状の原因は膨張性の地山であったことが地質調査等によって明らかとなっている²⁾。膨張性地山の場合、その変状は極めてゆっくりと長期間に及ぶことがある。碓氷峠トンネルにおける今回の対策は、緊急性の高い2箇所について実施したものであり、他の箇所についても必要に応じて対策を行うことを考えている。このため、対象区間については、重点的な監視を継続し、新幹線鉄道の安全安定輸送に努めていく所存である。

参考文献

- 1) 日本鉄道建設公団：北陸新幹線工事誌(高崎・長野間)，H10.3
- 2) 齋藤貴他：トンネル構造と地山評価に関する一考察～調査編～，第62回土木学会年次講演会概要集，2007.9

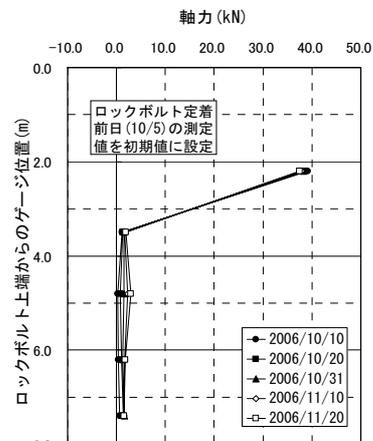


図7 ロックボルト軸力分布図

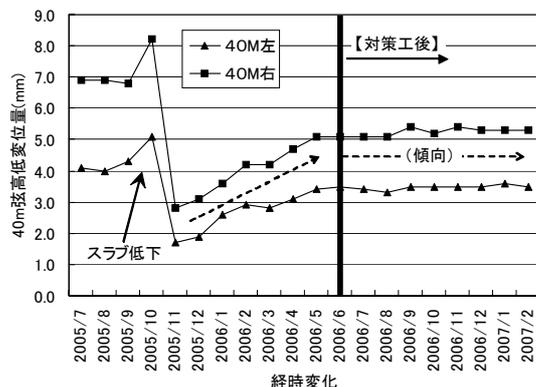


図8 軌道隆起量の推移(対策後)