

内空断面縮小傾向の見られる鉄道トンネルにおける対策工の施工

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○長橋 優
 東日本旅客鉄道株式会社 非会員 横井 進一
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 諸橋 剛

1. はじめに

山岳地帯に位置するトンネルにおいて、1994 年から内空変位測定を実施しているが、一部区間における内空断面の縮小傾向は依然として継続している。

本稿では縮小傾向の見られる断面においてロックボルトによる対策工を実施したので、その内容を報告する。

2. 対象トンネルについて

図 1 に対象トンネルの縦断図を示す。本トンネルは標高 200m 程度の山の下を貫く山岳トンネルであり、土被りは最大 130m 程度である。地質は、新第三紀中新世の堆積岩類である鹿ノ瀬層が分布し、頁岩、砂質頁岩、凝灰質頁岩、砂質頁岩、泥岩、砂質凝灰岩で構成されており、地山強度比は 2~4 である。インバートは一部区間では施工されているが、ところどころ施工のない箇所があることが過去の試掘調査によって判明している。インバートがなく、土被りが大きく、塑制圧が生じやすい地質である泥岩、凝灰質頁岩、砂質凝灰岩の箇所では断面縮小が見られていると考えられる。

本トンネルでは、縮小傾向の確認のために水平・斜め方向の内空変位測定を年 2 回実施している。内空変位測定とは、覆工壁面に設置した測定点の間隔の変化を内空変位計で計測する調査法であり、¹主にテープ式内空変位計を用いた計測を実施している。

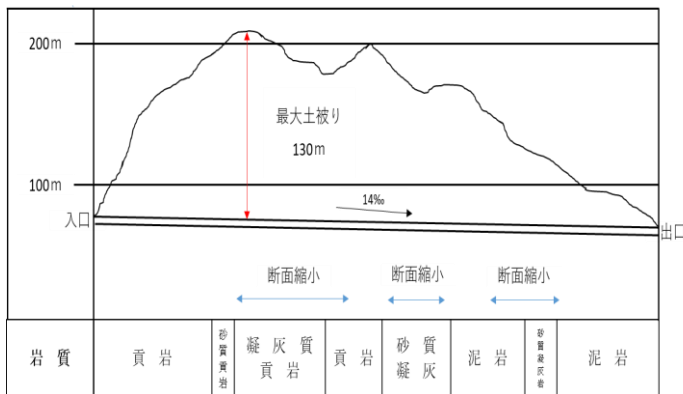


図 1 トンネル縦断図

3. 変状の状況

3.1 内空変位計測結果

本トンネルでは、1994 年 12 月からテープ式内空変位計による測定を行っている（図 2,3）（写真 1）。内空変位測定点は延長 290m の区間 97 箇所を設置され、これまで計 26 回測定を実施してきた。縮小が顕著にみられる箇所は測点 32,54,70 の 3 箇所であるが、25 年間で最も縮小量が多い測点 54 では、累積縮小量が 70.5mm となり、2016 年 12 月から 2017 年 12 月までの縮小量は 2.3mm/年と縮小が継続している。経時変化のグラフ（図 3）を見ても、測点 51~54 の全てにおいて縮小傾向が見られる。

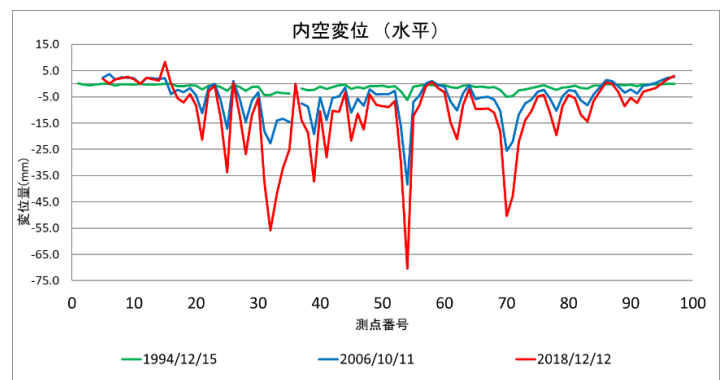


図 2 水平方向の内空変位量（全体）

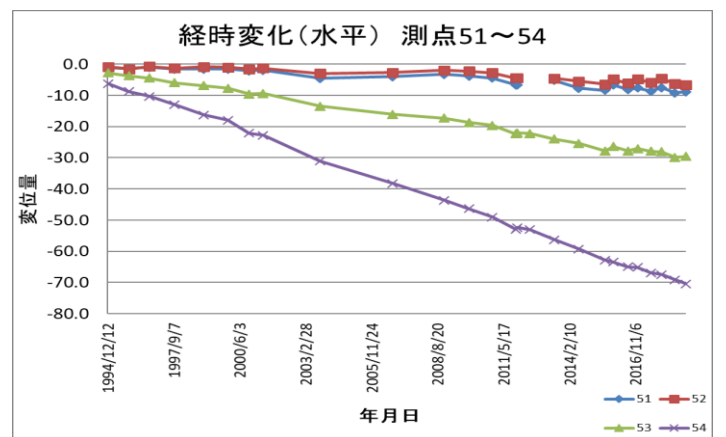


図 3 水平方向の内空変位量の経時変化

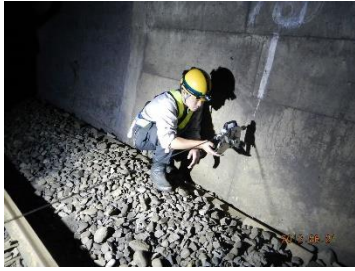


写真1 テープ式内空変位計による測定風景

3.2 対策工の検討

前項で測点 51～54 にかけての縮小が顕著に見られると述べたが、当該の 50m 区間においては過去にロックボルトを施工した実績がないため、数年計画でロックボルトを施工することとした。2018 年に施工したロックボルトの諸元と断面図、構造図を以下に示す。今回のロックボルト打ち込み角度は従来施工されてきたものと比較し、より側壁下部に重点をおく配置とした。また、従来施工されてきたロックボルトは長さ 3.0m のものであったが、内空断面の縮小傾向は継続しているため、5.0m のものを採用した。また、ロックボルトの径についても 24mm のものを使用してきたが、より補強効果をもとめるために、29mm のものを使用した。(表 1, 図 5)

表 1 ロックボルト諸元

長さ	5.0m
使用ボルト	AS345 メッキボルト D29NT
1 断面あたり本数	8 本
施工間隔	1.2m
断面数	13 断面 (L=14.4m)

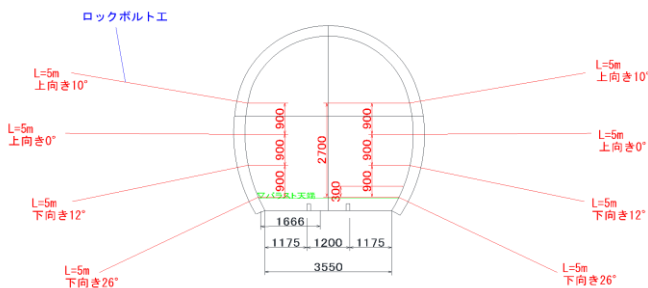


図4 ロックボルト施工断面図

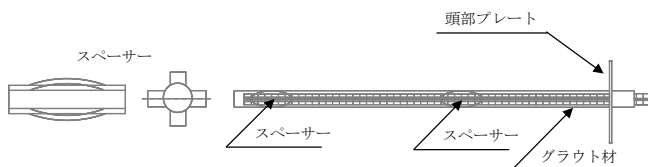


図5 ロックボルト構造図

4. 施工効果の検討

写真2に施工時の状況写真、表2にロックボルト施工前後の累計変位量を示す。今回は2018年9月～11月の間に測点51から延長14.4mにおいて施工間隔1.2m、1断面あたり8本のロックボルト工を施工した。測点52では2017年12月～2018年6月の間に1.7mmの縮小が見られているが、ロックボルト施工後の同じ期間での計測では+0.1mmとなり、縮小が抑えられた。拡大側の数値が出た原因は、ロックボルト挿入後のグラウト材注入時にはリークも多数見られた(写真2)箇所であるため、地山とコンクリートがロックボルトにより密着し、断面がわずかに拡大したものと推測する。



写真2 ロックボルト施工時状況

表2 ロックボルト施工前後の累計変位量

測点52	2017年12月7日 施工前	変位量	2018年6月27日 施工前
	-4.6mm	-1.7mm	-6.3mm
	2018年12月12日 施工後	変位量	2019年6月13日 施工前
	-6.6mm	+0.1mm	-6.5mm

6. おわりに

本報告では、内空断面縮小傾向の見られる鉄道トンネルにおける対策工の施工と効果の確認についての結果を述べた。今後も断面縮小の見られる箇所において、継続的に対策工を実施していくとともに、内空断面測定を行い効果の確認を継続していく。

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等維持管理標準・同解説 (構造物編 トンネル), 丸善, P113-115