

断面縮小が発生している山岳トンネルについて

東日本旅客鉄道(株)新潟土木技術センター 正会員○堀川 高好
正会員 白崎 広和
伊藤 雅康

1. はじめに

当該トンネルは昭和8年開業の全長809.5mの単線甲形馬蹄形断面のトンネルである。昭和57年に覆工ひびわれ等、変状が発見され、昭和61年から平成4年にかけてロックボルト工などの対策を行ってきた。しかし、断面縮小が進んでいる事が判明し、そのため平成5年からテープスケールによる内空変位測定を実施している。今回これらの検査結果を分析した。本稿ではこれらの結果を踏まえて、変状原因の推定と今後の課題について報告する。

2. トンネル概要

- 延長 : L=809.5m
- しゅん功 : 1933年(昭和8)年 経年80年
- 断面 : 単線 甲形 馬蹄形断面
- 構造 : コンクリート造 一部インバート有
覆工厚 23~56cm
- 土被り : 最大129m

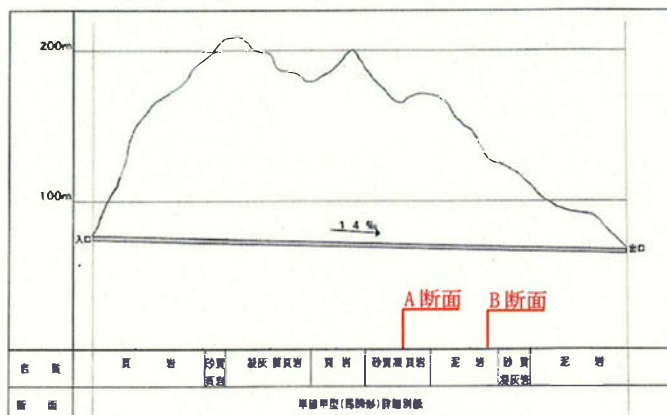


図1 トンネル縦断図

3. 検査結果

3.1 変状概要と今までの対策

図1より、トンネルの出口側に位置するB断面付近においては、断面縮小が顕著であったことから、平成元年にロックボルト(L=3.0m)を施工した。しかし、縮小傾向が収まらないため、平成4年にロックボルト(L=5.0m)を追加施工している。以下にその詳細を述べる。

B断面のロックボルト対策前後の内空変位量のグラフを図2に示す。

対策工を施工する平成元年までは、年間平均6.3mmの縮小が認められ、累計縮小量は60.4mmとなった。そのため対策工としてL=3.0m(10本/断面)のロックボルトを施工した。その後も継続して変位量を測定していたが年間平均6.9mmの縮小が認められた。変状の進行を低減することが出来なかったため、平成4年に更にL=5.0m(6本/断面)のロックボルト工を追加施工した。その後、年間の変位量は平均3.0mmに緩和され、ロックボルト工は断面縮小の進行量低減に効果があったことが判る。

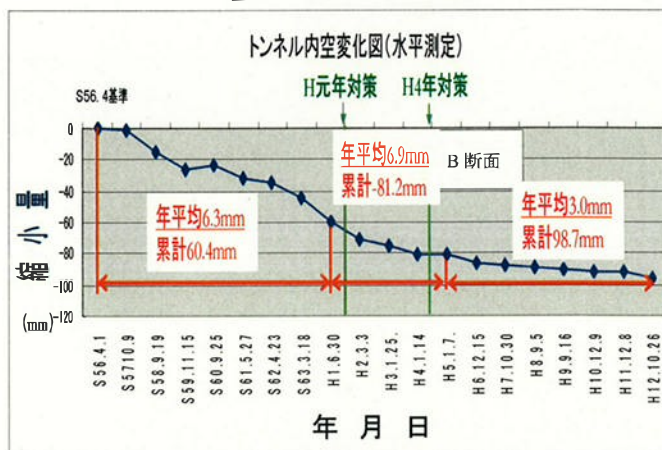


図2 対策前後の縮小量(B箇所)

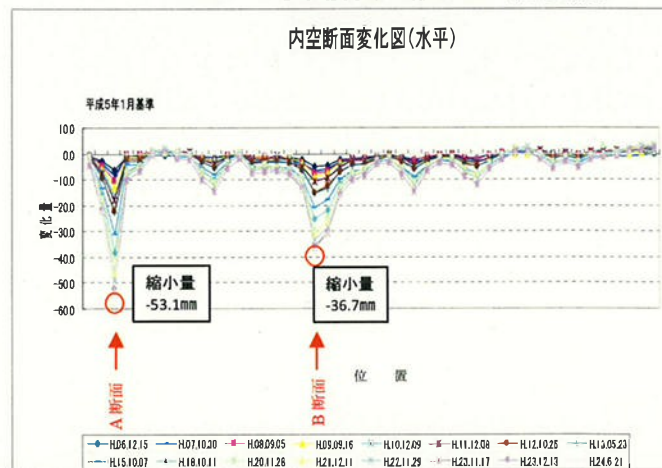


図3 内空変位測定結果

キーワード : 塑性圧, 地すべり, 内空変位, ロックボルト

連絡先 : 〒950-0086 新潟市中央区花園1丁目1番4号 TEL : (025) 248 - 5262

3.2 内空変位測定

平成5年から平成24年まで行ったテープスケールによる内空断面の測定結果を図3のグラフに示す。グラフからA断面付近及びB断面付近の断面縮小の進行速度が他と比べて大きいことが判明している。



写真1 トンネル内空測定状況

3.3 建築限界測定

建築限界(車両の運転に支障ないように、一定の空間を保つために設けられた限界)との離隔を調べるため、トンネル断面測定を行ったが、現在、建築限界を支障する恐れはないことが判明している。



写真2 トンネル断面測定状況

3.4 地質調査

過去の地質調査結果を整理した。縮小が進んでいる箇所においては、「砂質凝灰岩」(A断面)「泥岩」(B断面)、とされており、塑性圧が生じやすい地山であることが分かっている。

3.4 インバート調査

縮小量の大きいA断面、B断面付近においては、設計上(図4)ではインバートが存在しているが、実際に施工されているか確認するための試掘を行ったが、いずれもインバートが無いことが判明した。

これは、建設時に地山の状態が良好であったため、現場の判断により施工されなかったものと考えられ、断面が閉合していないことが断面縮小の一因であることが考えられる。(写真3)

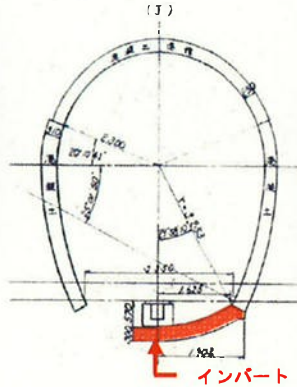


図4 トンネル断面図

写真3 インバート調査状況

4. 変状原因の推定

これまでの個別検査の結果より変状原因の推定として、トンネルは地滑り地域に位置している、土被りが大きく、かつ塑性圧が生じやすいとされている「泥岩」、「凝灰質頁岩」、「砂質凝灰岩」のところでは内空の縮小が大きい。塑性圧の変状の特徴である、側壁に水平方向の引張ひびわれ(幅3mm以上)が入っており、トンネル下部での断面の縮小が大きい傾向にある。A断面、B断面では試掘の結果、インバートがない。以上のことから塑性圧により内空断面の縮小、覆工の亀裂等の変状が生じているものと判断した。

5. おわりに

ロックボルトを施工していないA断面の箇所は、比較的変位量大きい。

また、前述のようにロックボルトを施工している箇所でも縮小が進行しているため、その2点について、今後も定期的に内空変位量を計測するなどして、変状の進行を引き続き監視するとともに、必要に応じて適切な時期に対策工の施工を検討していく。