

膨張性地山を貫く鉄道トンネルにおける対策工とその効果の検証について

東日本旅客鉄道株式会社 新潟土木技術センター 正会員 ○沼崎 一樹
正会員 ○古川 武英
皆川 一四

1. はじめに

JR 只見線の福島県と新潟県の県境に位置する A トンネルは、1970 年に建設された全長約 6.4km の単線トンネルである。トンネル諸元を表-1 に示す。

本トンネルは、図-1 に示すように激しい造山活動によって形成された 5 つの断層が介在する複雑な山岳地帯を貫いており、地質は膨張性地圧が発生しやすい新第三紀の緑色凝灰岩等で構成されている。建設当初より本トンネルでは、膨張性地圧の影響で盤膨れや側壁の押し出しといった変状が確認されており、1971 年からロックボルト工等の対策工を段階的に実施してきた。さらに 1992 年以降、20 年以上に亘りトンネルの内空変位計測等の検査を実施している。

本稿では、特に近年変状が観測された箇所における対策工とその効果の検証について報告する。

表-1 A トンネルの諸元¹⁾

位置	只見線 只見・大白川間
延長	6,359m (95k433m～101k792m)
建設年度	1966年8月～1970年9月
断面形状	単線 側壁 直壁1,542m 馬蹄形4,817m
構造	コンクリート造 覆工厚23～45cm 一部インバートあり
施工法	底設導坑先進上部半断面工法(510m) 全断面工法(5,849m)

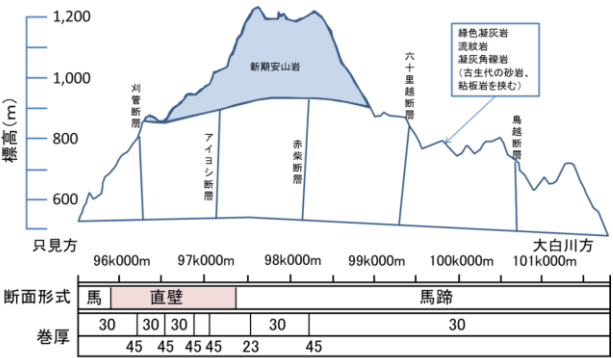


図-1 A トンネルの諸元、地質図¹⁾

2. 近年観測された変状の概要

2.1 計測の手法

本トンネルでは、1992 年以降 20 年以上、トンネルの

内空変位計測を年 2 回の周期で実施してきた。計測にはテープ式内空変位計を用いて、主にトンネル側壁下部の水平方向を 326 箇所計測している。

2.2 変状進行箇所の特定と分析

2010 年 6 月時点の内空変位計測データを図-2 に示す。同図の縦軸は 1992 年の計測値を基準とした内空変位量を示し(マイナスは断面縮小方向)、横軸は計測位置を示している。その結果、96k920m 付近で 71mm の断面縮小(平均 3.9mm/年縮小)が確認され、進行性が大きいことが分かった。この変状要因を分析するため、近傍区間の計測結果と過去の実施対策工の分析を行った。(図-3)

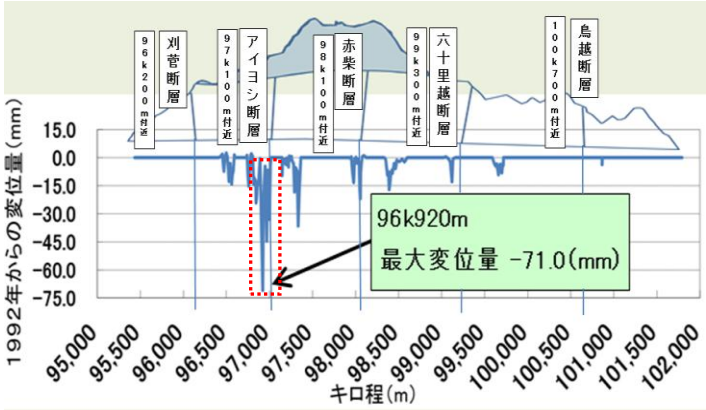


図-2 内空変位 計測結果(2010. 6. 22)²⁾

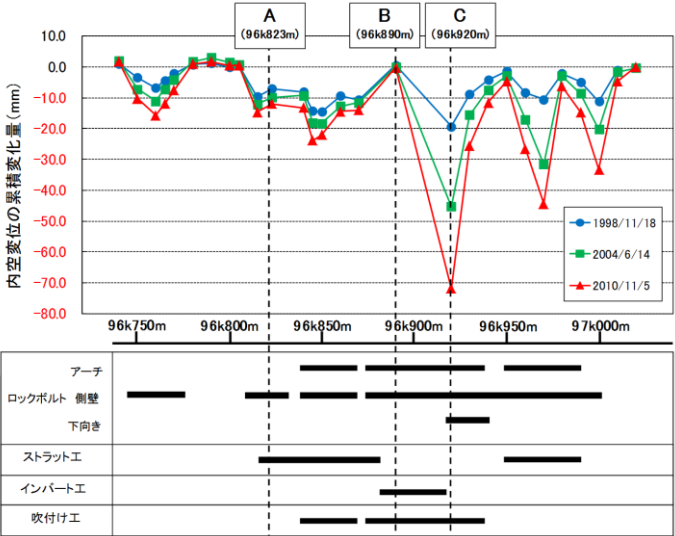


図-3 96k920m 付近の内空変位量と過去の対策工²⁾

図-3で断面縮小が殆ど確認されなかった A 断面(96k823m)と B 断面(96k890m), 断面縮小が確認された C 断面(96k920m)を比較した結果, C 断面のみインバート工やストラット工が設置されていないことが分かった. 地山条件やトンネル断面構造は全ての箇所と同じであることから, 変位量に差が生じた要因として, 既設の対策工種別に起因すると考えられた.

3. 2011~2012 年に実施した対策工

内空変位計測結果の分析を踏まえて, 2011 年に 96k917m~96k949m の区間にストラット工を 23 本施工した. また, 96k917m~96k980m の区間については, 過去に施工したロックボルト頭部の内空への押し出しによる吹付け工の剥離やクラックが目視で確認され, 今後断面縮小し続ける懸念があったため, 2012 年にロックボルトを 423 本増し打ちした.

ストラット工の標準断面図を図-4, 施工状況写真を図-5に示す. またロックボルト工の標準断面図を図-6に示す.

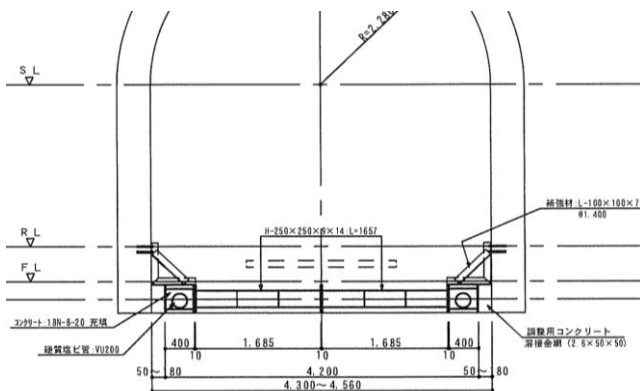


図-4 ストラットの工標準断面図

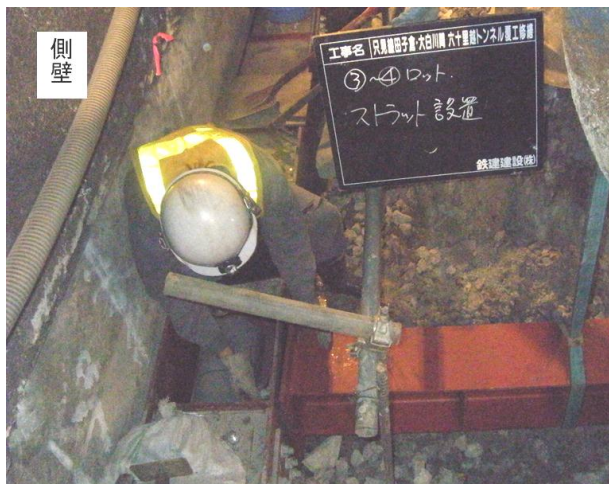


図-5 ストラット工施工状況写真

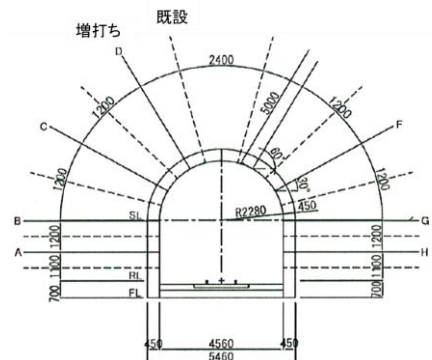


図-6 ロックボルトの工標準断面図

4. 対策工の効果の検証

対策工施工後の計測結果より, 対策工施工区間(96k917m~96k980m)の内空断面変位に収束傾向が確認された(図-7). したがって, 対策工の効果が得られていると考えられる.

なお, 96k920m(C断面)付近の2011年から2012年にかけて断面縮小が確認できるが, これはストラット工施工時に線路下を掘削した際の, 一時的なトンネル覆工の応力解放によるものが原因と考えられる.

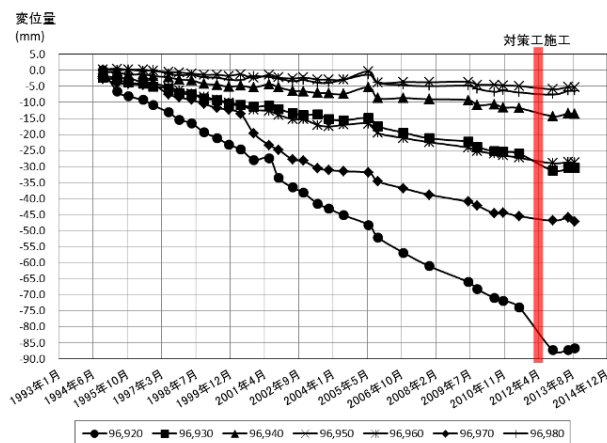


図-7 内空変位 計測結果(2013. 9. 13)

5. おわりに

今回の対策工をやる上で, 長期に亘る内空変位の計測データが非常に有用で, データ収集する重要性を改めて認識することができた. 本トンネルにおいては, 今回の事象以外にも, 図-2に示すように 5 つの介在する断層周辺に断面縮小の傾向が確認された. 断層周辺の断面縮小傾向箇所のうち, インバート工やストラット工を設置していない区間は, 合計約 70mである. したがって, 今後はこの区間を重点的に継続監視し, 対策工の推進を行いたい.

【参考文献】

- 1) 野沢伸一郎他:既設トンネルの膨張を克服, トンネルと地下, 1992.10
- 2) 鈴木和也他:膨張性地山を貫く鉄道トンネルの長期変位計測と対策工法の検討について, 土木学会第 66 回年次学術講演会, 2011.8