

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

JR 東日本 新潟土木技術センター 正会員 ○鈴木 和也
 上村 俊朗
 滝沢 道夫
 小島 隆広
 正会員 木伏 正人

1. はじめに

只見線は福島県の会津若松と新潟県の小出を結ぶ。このうち県境の山岳地帯を貫く位置に、昭和 45 年竣工の全長 6359m の長大トンネルがある。建設直後から盤膨れや側壁の押し出しなどの変状が確認され、昭和 46 年～平成 12 年にかけて対策を行ってきた。

平成 4 年以降、20 年近くにわたりトンネルの内空変位計測などの検査を継続して実施している。今回、これらの検査結果を分析し、現時点の健全度評価を行った。本稿では、変状原因の推定と一部で変状の進行が確認された箇所の対策について報告する。

2. トンネル概要

位 置：只見線 田子倉・大白川間
 延 長：全長 6,359m
 建 設：1966 年 8 月～1970 年 9 月
 断 面：単線 直壁 1,542m 馬蹄形 4,817m
 構 造：コンクリート造 覆工厚 23～45cm
 施工法：底設導坑先進上部半断面工法（510m）
 全断面工法（5849m）

3. 検査結果

3.1 既存文献調査

当該トンネルは、これまでも様々な調査や考察が行われてきた。これら既存の文献^{1) 2)}をもとに、現時点の健全度評価に関係する知見について整理を行った。

1) 周辺地山について

当該トンネルは、激しい造山活動によって形成された大きな 5 つの断層が介在する複雑な山岳地帯を貫いている（図 1）。地質の大部分は津川層の緑色凝灰岩、凝灰角礫岩および同時期に貫入したと思われる流紋岩等で、大白川方の一部には古生層の粘板岩や蛇紋岩が存在する。これら凝灰岩など塑性地圧を

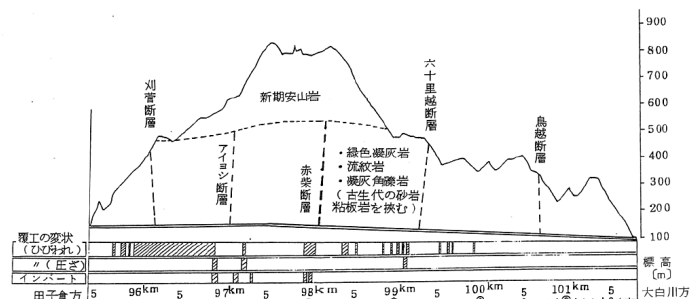


図 1 トンネル縦断面図

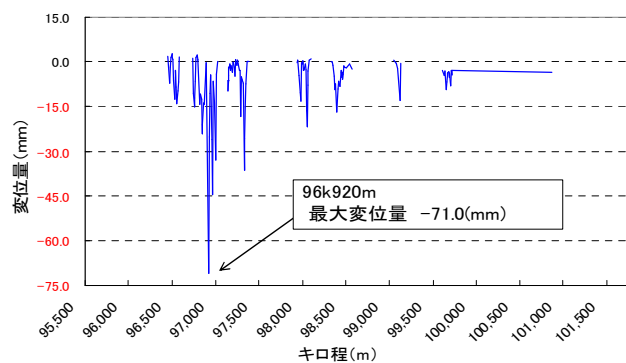


図 2 内空変位計測結果グラフ (H22. 6. 22)

生じさせやすい岩質が大きい土被り(最大 680m)で存在し、大きな塑性圧が生じている地質である。

2) 当該トンネルの構造について

当該トンネルは側壁直で、インバートの無い箇所が多い。この構造は側圧に弱い。実際、開業後に盤ぶくれや側壁のはらみ出しが生じたことから、3 箇所(計 131m)にインバートを施工している。また、アーチ部覆工背面の一部で空洞が存在しており、巻圧不足箇所については注入工事を実施している。

3.2 内空変位計測データ

1) 計測結果の整理

当該トンネルでは、平成 4 年以降、継続してテープ式内空変位計測を 2 回/年の周期で行っている。計測箇所は水平 1 側線で 285 断面である。

図 2 に平成 22 年 6 月時点の計測結果を示す。図 2 は、縦軸に基準値(平成 4 年)に対する変位量(平成 22 年)を示し、横軸は計測位置を示す。同図より

Key words : 内空変位, 長大トンネル, 維持管理, 在来工法

連絡先 : 〒950-0086 新潟市中央区花園 1 丁目 1 番 4 号 TEL : (025)248-5262 FAX : (025)244-5301

96k740m～97k020m の区間で断面縮小傾向が著しいことがわかる。

上記区間の計測結果を図3に示す。なお、平成22年の計測結果に加え、平成10年と平成16年の計測結果、また平成9年までに実施した対策概要を示す。ここで、変位量と対策工の状況から、A断面、B断面、C断面の3つの断面に着目した。他の断面に比較するとC断面の内空変位量が大きいことが分かる。

さらに3断面の内空変位速度と健全度の関係を図4に示す。トンネル内空変位の健全度は、10mm/年以上がAA、3～10mm/年がA1、1～3mm/年がA2とされている²⁾。A、B断面については変位の進行速度が1mm/年を下回っており、対策工の効果が十分に発揮されている。一方でC断面は、変位の進行速度が大きい。現時点ではトンネルの安定性に影響を及ぼすレベルではないものの、A1ランクをわずかに上回っていると判定された。

2) 計測結果の分析

計測結果の整理からC断面の変位量が顕著であることが確認された。この原因を抽出するため、文献調査ならびに計測結果について整理を行った(表1)。

全ての断面で地山条件は同じであることから、変位量に差が生じた要因としては構造および既設の対策工種別に起因すると思われる。表1よりA・B断面に比べてC断面の変位量が顕著な要因としては、インバート設置区間の端部付近であること、ストラットが設置されていないことと推定される。

3.3 目視検査結果

C断面付近ではインバート工端部の部分的な破損、ロックボルト頭部の剥離、側壁のひび割れ、側溝部の隆起などが確認されている。

4. 変状原因の推定

内空変位計測結果から、現在も周辺地山からの塑性圧が生じていると考えられる。また地山条件が同じでも縮小傾向の小さな断面は、対策効果が十分に発揮されていると思われる。そこで、内空断面の縮小傾向が大きい断面については、現時点ではトンネルの安定性に影響を及ぼすレベルではないものの、将来的なことを踏まえ対策工を実施する計画である。

- ・ ストラット工
- ・ ロックボルト（アーチ部）増し打ち

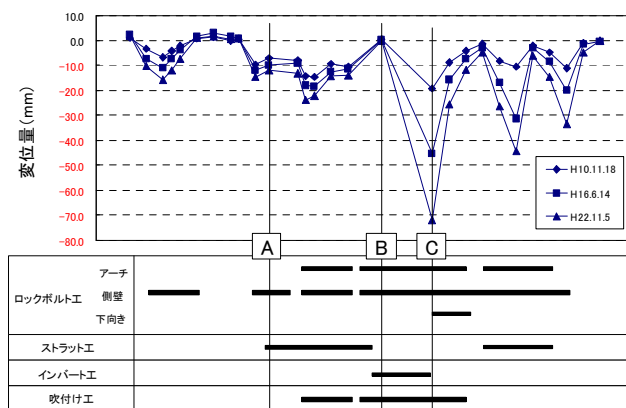


図3 着目区間における変位量と対策概要

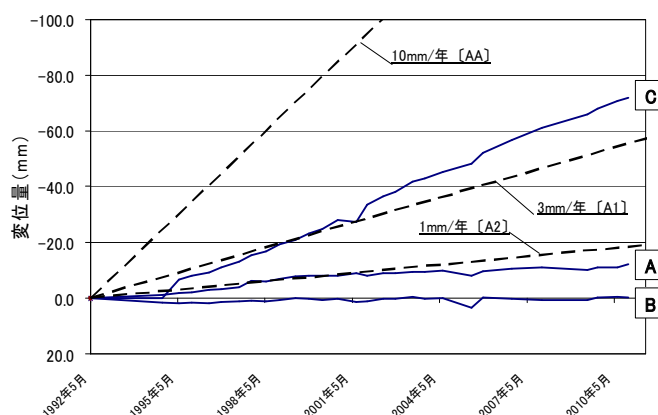


図4 内空変位速度と健全度の関係

表1 計測結果などの整理

断面		A断面	B断面	C断面
地山	地質	凝灰岩等	凝灰岩等	凝灰岩等
	断層	なし	なし	なし
構造	インバート	なし	あり	端部付近
	側壁	直	直	直
対策	ロック（側壁）	あり	あり	あり
	ロック（アーチ）	なし	あり	あり
	ストラット	あり	なし	なし
	吹付け工	なし	あり	あり
内空変位量 (H22.6)		10.9mm	0.4mm	71.0mm
健全度		B	B	A1

4. おわりに

トンネル背面の状態を明確に把握することは難しい。維持管理に携わるものとして、様々な検査を粘り強く継続し、検査結果を大切に診ていきたい。

【参考文献】

- 1) 野沢伸一郎他；既設トンネルの膨圧を克服，トンネルと地下，1992.10
- 2) 鉄道総合技術研究所；トンネル補修・補強マニュアル，1990.7