

Ⅲ - B51

神居トンネル変状と対策

J R北海道 正会員 佐野 将義

J R北海道 正会員 高木 敏雄

1. はじめに

神居トンネル（図-1）は旭川駅から15kmほど西に位置しており、昭和40年に着工、昭和44年にしゅん功した延長4523mの複線交流電化断面のトンネルである。本トンネルにおいて側壁の押し出しによる内空断面の縮小、インバートの隆起が発生し、変状抑止を目的として平成8年5月から補強対策工事を実施し、効果が確認された。ここではトンネルの変状とその対策について報告する。

2. 変状現象と変状原因

本トンネルは北海道を南北に縦断する神居古潭変成帯に位置している。神居トンネル札幌方坑口から約1.6km付近の延長25m間において、昭和62年頃より軌道狂いが頻繁に発生していた。ボーリング調査の結果、変状区間のトンネル背面地山は、下半部がMg型モンモリロナイトを含んだ脆弱な粘土化～葉片状蛇紋岩及び破碎状黒色片岩であったが、顕著な膨潤性を呈する岩質ではなかった。なお、湧水は殆どなく、含水比は最大でも20%で3m以深では10%以下であった。

側壁部の下方の位置で水平内空断面縮小量は、平成7年5月から平成8年5月までの1年間で50mmとなっていた。また、インバート端部と側壁脚部の接合部が破壊され、インバート端部は平成7年5月から平成8年5月までに120mm隆起した。覆工は設計巻厚及びコンクリート圧縮強度が確認され、地山とも密着しており、アーチ・側壁の覆工構造的な欠陥は認められなかった。覆工のひび割れは、側壁脚部からアーチ部におよぶ横断方向及び下り線側壁部に軸方向のものが見られ、アーチクラウン付近には一部圧ざ及び剥落が見られた。

以上の状況から、変状の原因は覆工に作用する過大な塑性地圧であると考えられ、インバートと側壁の接合部の破壊により、インバートはその機能を全く有していないと判断し、補強対策工を講じることとした。

なお、覆工に作用する地圧は、トンネル建設時の計測¹⁾によると、40tf/m²以上が記録されている。

3. 対策工

1) 対策工の概要

インバートと側壁の接合部の変状に対しては、インバートを全面的に改築してインバートと側壁を一体化し、断面を確実に閉合することが最善の対策であるが、活線下において列車運行を確保しながらの施工は非常に困難である。したがって、現実的な対策としてインバートと側壁の接合部のみを改築し、インバートの隆起を抑止するためにロックボルトでインバートで固定し、側壁に作用する地圧が確実にインバートへ軸力として伝達できるように部分改築工法を採用した。

また、側壁部は水平内空変位が著しく、覆工には大きな地圧が作用していると想定されたことから、過去のトンネル補強実績を踏まえ、定着力の大きさと効果の確実性の点からグラウンドアンカー（以下アンカーという）を施工し、積極的にプレストレスを導入して変位を抑止する工法を採用した。

2) アンカー・ロックボルト工

アンカーの引張材は、通常の列車間合での基本試験の実施が困難であったために、施工中に実施する基本

キーワード 変状トンネル、蛇紋岩、インバート

連絡先 〒070 北海道旭川市宮下通6丁目 J R北海道旭川支社工務課 TEL 0166-25-1168

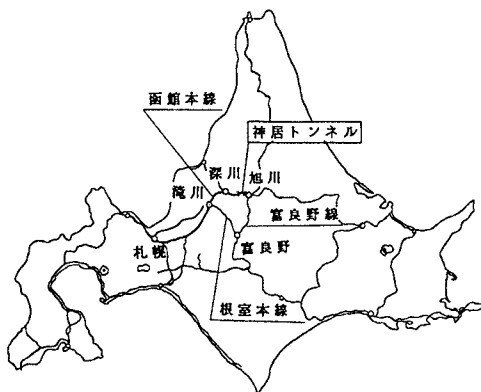


図-1 位置図

試験から所定の定着力が期待できない場合の変化にあわせて、現場で長さを容易に変更することができ、施工性が良いゲビンデスターP C鋼棒(D36)、 $L=10\text{m}$ （定着長=6.0m, 自由長=4.0m）を使用した。プレストレス力は、過去の施工実績から想定して40tf/本とした。アンカーの極限引抜力を算出するために必要なアンカーの定着層の黒色片岩及び蛇紋岩の周面摩擦抵抗は風化岩では 6kgf/cm^2 とされているが、安全率を考慮して 4kgf/cm^2 として地山とモルタルの付着から定まる設計アンカー力を算出した。アンカーの緊張は内空断面の縮小が最も大きい変状区間の中央付近から端部へ順次施工を行った。

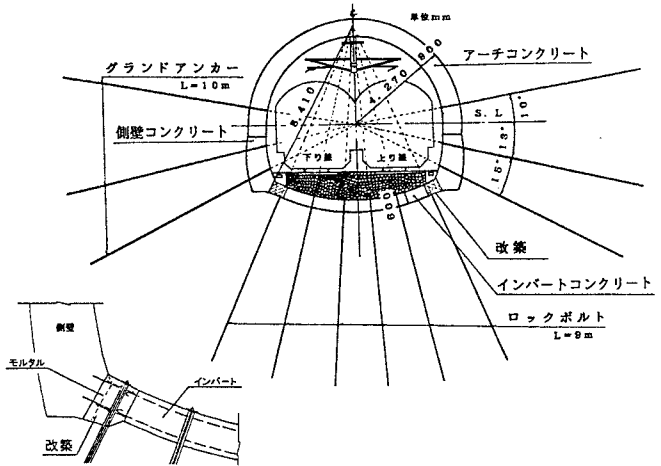


図-2 グラウンドアンカー・ロックボルト配置標準断面図

削孔は、地質が蛇紋岩のために削孔中に地山からの圧縮を受け、孔壁が自立できなくなり1重管では目づまりをおこし、削孔不能となることが予想されたために、排泥が可能なロータリーパーカッション2重管方式（直径135mm）の自走式機械を採用して有水掘りとした。また、覆工部分の削孔は施工時間短縮のため事前にコアボーリングマシンにより施工を行った。削孔機械・材料の運搬はモーターカー牽引の台車により行い、台車留置のために札幌方坑口付近に横取り設備を設置して搬入時間の短縮を図った。

ロックボルトは、変状区間のインバート部に施工し、SD345(D32)、異形棒鋼を使用した。長さは、過去の実績から想定して9.0mとし、プレストレスはロックボルトの定着が得られた時点で5tf導入し、引抜き耐力は10tf/本とした。

3) インバート改築

改築部分に打設する材料は、流動性が良く、列車走行時の振動による強度低下が少なく、早強性で材料の分離抵抗が大きいことが必要であり、試験練りを繰り返し、高流動モルタルを採用した。なお、インバートの改築による内空断面縮小を極力少なくするために、一度の改築範囲を2m程度に分割し、なおかつ、ちどりに分散することとして、最も変状の大きい中央部が最後になるように外側から順次施工した。

4) 計測結果

対策工の効果の確認を目的として、内空変位測定、盤ぶくれ測定、アンカー荷重測定、地中変位測定及びロックボルト軸力測定を行い、各種計測データを総合的に判断しながら施工を進めていった結果、工事終了後には、変状は収束状態を示し、対策工の効果が確認された。（図-3）

4. まとめ

トンネル変状抑止を目的として、補強対策工を行った結果、対策工の効果が確認された。今回採用したアンカー、ロックボルト、インバート改築は変状抑止に有効であった。今後も、各種計測を継続し、トンネルの変状を監視していく考えである。今回の

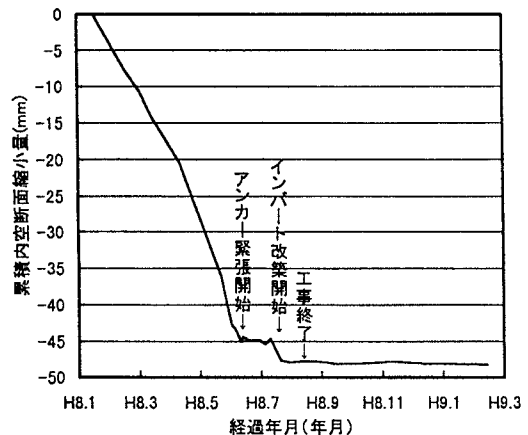


図-3 内空変位図

報告が、変状トンネルにおける補強対策に少しでも参考になれば幸いである。なお、今回の変状対策にあたっては、（財）鉄道総合技術研究所の指導を賜り、ここに深甚の謝意を表す次第である。

参考文献 1) 神居トンネル工事誌：国鉄札幌工事局、1971