

地すべり地に位置する山岳トンネルの長期的な調査・計測の評価

JR 東日本 正会員 ○浅田 章一, 友利 方彦, 水野 光一郎
 JR 東日本 大西 覚, 太田 健一, 細川 陽平

1. はじめに

当該トンネルは、1966年に供用が開始され、1979年に電化改良工事により断面拡幅された単線断面の山岳トンネル(L=640.6m)である。2000年頃に、アーチ部に放射状ひび割れ等を確認し、鋼材等により対策を実施したが、その後、コンクリートの剥離剥落、ひび割れ等を確認し、2003年にセントル工、2004年に裏込注入、ロックボルト、内巻補強を実施している。本稿では、地すべり地形に位置する山岳トンネルの偏圧変状に対する各種調査や計測管理、対策の効果について報告する。

2. 当該トンネルの概要

トンネル上部の地形は、山腹斜面勾配約40度の偏圧地形であり、地質は流紋岩質凝灰角礫岩を主体とする。改良工事の際、在来工法で施工され、全線にインバートが施工されている。放射状ひび割れ等の変状が確認されたのは、地点A付近である。図-1にトンネル縦断図、図-2に地点Aの変状展開図を示す。

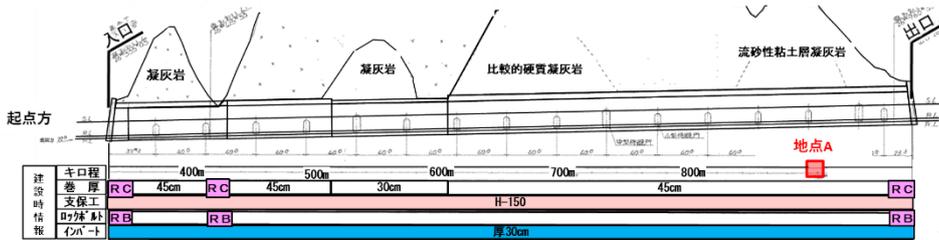


図-1 トンネル縦断図

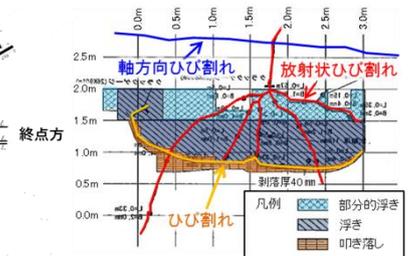


図-2 地点Aの変状展開図

3. 詳細調査の実施と変状原因の推定

3.1 詳細調査について

変状原因の推定のため、地表踏査・坑内ボーリング調査・地山物性試験 (X線回析・CEC試験)・地表ボーリング調査・弾性波探査等を実施した。

坑内ボーリング調査の結果、天端から肩部にかけて空洞箇所が確認され、ボーリングコアからは、割れ目が多く破砕帯らしき粘土も確認されたことから、山側に緩み領域が存在していることが確認された (図-3)。

地山の膨張性確認のため、物性試験 (X線回析・CEC試験) を実施した。その結果、陽イオン交換容量は18.2meq/100gで、地山特性が主な変状原因ではないことが確認された。

地表ボーリング調査の結果、トンネル山側 (B-1) では、崖錐堆積物が存在していることや、ボーリングコアより頁岩主体で割れ目が非常に多いことが確認された (図-4)。これにより、トンネルよりも浅い位置の斜面で地すべり等により緩んだ領域が発生していることが確認されたが、弾性波探査では地すべり面を示すような明確な速度境界は見られなかった。

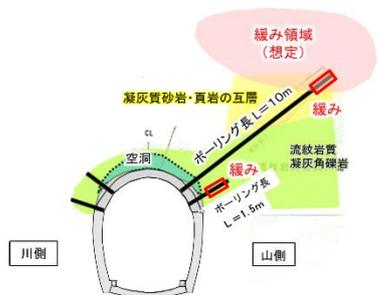


図-3 坑内ボーリング調査略図

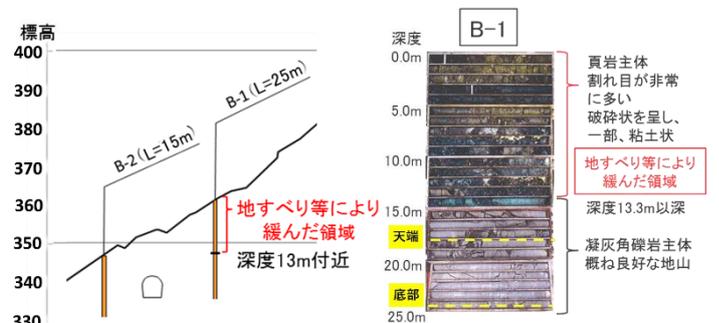


図-4 地表ボーリング位置とコア状況

キーワード 山岳トンネル, 地すべり, 偏圧, 鉄道

連絡先 〒163-0231 東京都新宿区西新宿二丁目6番1号 (新宿住友ビル31F) TEL03-6276-1251

3. 2 変状原因の推定

調査結果より、トンネル掘削等により緩んだと想定される領域や地すべり等により緩んだと想定される領域、背面空洞が存在することが確認された。また、山側からブロック化した地山の緩みが局所的に S.L. 付近に作用し、アーチ部天端～肩部の背面空洞によって覆工コンクリートが地山からの反力をとれないため、S.L. 付近で軸力が卓越し、覆工コンクリートのひび割れの発生に至ったと推測した(図-5)。

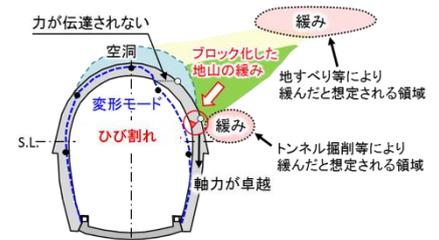


図-5 変状原因のイメージ

4. 当該トンネルにおける計測管理

2003 年以降に外力対策として、変状箇所周辺にセントル工や内巻き補強工等を行っている。変状の監視や実施した対策工の効果の確認のため、継続的に内空変位計測・建築限界計測・孔内傾斜計測・ひずみ計測等を実施している。

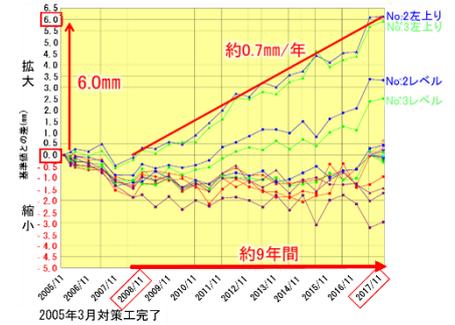


図-6 内空変位計測結果

内空変位計測では、追加対策後約3年を経過した2008年5月より、水平方向で約3mm、斜め方向で約6mm変位が見られ、変位速度は小さい(最大で約0.7mm/年)が川側に拡大、山側に縮小傾向にある(図-6)。

孔内傾斜計測は、4箇所で行っている(図-7)。B-1' 孔では、深度13m付近で地すべりのような変位が確認され、わずかに変位の累積傾向が確認された。B-2 孔では、深度12m以浅で計測初期に川側への変位が見られる(図-8)。

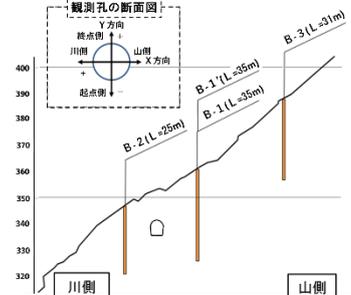


図-7 孔内傾斜計測位置

ひずみ計測は、内巻補強工を行ったセントルで実施しており、季節による温度変化を伴いながら、累積の変位が見られ、トンネル山側で引張傾向、トンネル川側で圧縮傾向にある。発生しているひずみと内空変位計測結果が整合する形態となっており、セントルによる内巻補強工が外力を受け持っていると考えられる。

5. 各種調査の評価結果

実施した調査を重ねた結果を図-9 に示す。トンネル上部の地山は主に地すべり等により緩んだと想定され、すべり面がトンネルに近接している可能性がある。しかし、坑内の覆工変状は山側側壁・山側アーチ部のひび割れ以外はほとんど確認されないことから、すべり面はトンネル断面外に存在すると想定している。また、計測結果からトンネル周辺で偏圧が作用していると思われる。

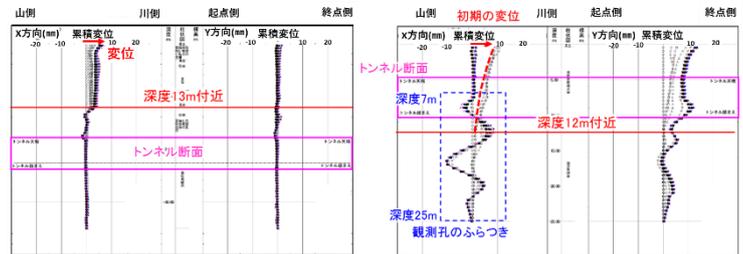


図-8 孔内傾斜計測結果(左:B-1' 右 B-2)

今後の維持管理方針として、計測監視を継続し、変位推移や速度変化を注視していく方針である。また今回、変状原因として推測した地すべりについては、トンネル上部の斜面監視が必要であると考えており、一般的に、融雪期に地すべりが進行することから計測頻度を高めるとともに、対策工の検討を行う計画である。

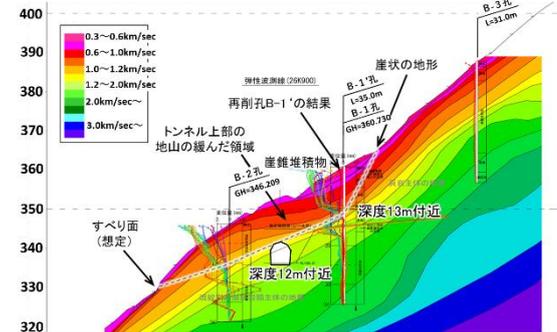


図-9 各種調査結果の重ね合わせ

6. おわりに

変状発見以降、様々な調査や長期にわたり継続してきた計測の結果から、当該トンネルで発生した変状原因やメカニズムを把握することができた。本トンネルの調査内容や計測内容が外力の影響を受けるトンネルの維持管理の参考になれば幸いである。

参考文献：1)大西 寛：地すべり地に位置する山岳トンネルの長期的な調査に基づく維持管理方針の策定，第33回総合技術講演会概要集，2018.10