

石勝線第4紅葉山トンネルにおける地すべり対策

J R 北海道 工務部 正会員 海原卓也
 J R 北海道 工務部 正会員 小西康人
 J R 北海道 工務部 正会員 吉野伸一

はじめに

J R 石勝線の新夕張駅・楓駅間に位置する第4紅葉山トンネルは(図-1)、昭和44年に工事が着工され、同48年に竣工したコンクリート造トンネルである。

平成12年5月、本トンネルの出口付近において、地すべりが原因と推察されるトンネル内空の急激な縮小が観測された。本文ではこの変状状況ならびに、その対策工について報告する。

1. 第4紅葉山トンネル概要

本トンネルは全長1235mの山岳トンネルであるが、出口付近の54m間は開削・覆工・埋戻しによる施工(以下、開削区間という)がなされた。開削区間の覆工(鉄筋コンクリート造)は4ブロックに分けられている。出口付近は標高約350mの山地の縁端部とホルカクルキ川で形成される谷地形の境界部に位置し、周辺の地質は古第三期漸新世の幌内層群幌内層であり、無層理の泥岩で構成されている。

2. 変状状況

平成元年頃より開削区間において内空断面の縮小傾向、および各ブロックの食違いが認められたことから、地質調査および内空等の計測を行っていた。計測位置、計測項目を図-2に示す。

これらの計測のうち、平成12年5月の計測において傾斜計(K2)が計測不能となるとともに、第2-第3ブロック間の内空変位量(縮小量)が前回(平成12年3月)の計測値より20mm程度進行するという急激な動きが確認された(図-3)。また、第2ブロック終点側の左側壁部(山側)には食い違いを伴う斜め方向の開口亀裂(最大幅10mm)が発生しており、内部鉄筋の露出も認められた。さらに詳細な計測を行った結果、第3、第4ブロックにおいても覆工く体には顕著な変状は発生していないものの、全体が右側(川側)に移動していることが明らかとなった。

現地周辺に設置したボーリング孔による傾斜計測定から、GL-10.5mの位置で約20mmの変位が計測されたことから、この位置において地すべりが発生し、これがトンネル変状の要因であると推察された。

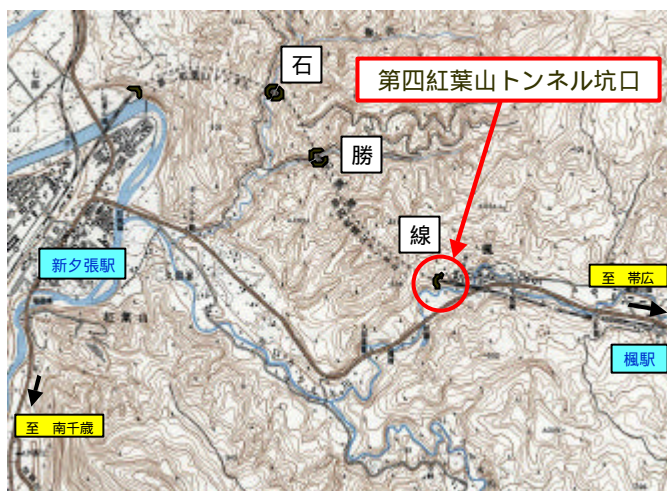


図-1 第4紅葉山トンネル位置図

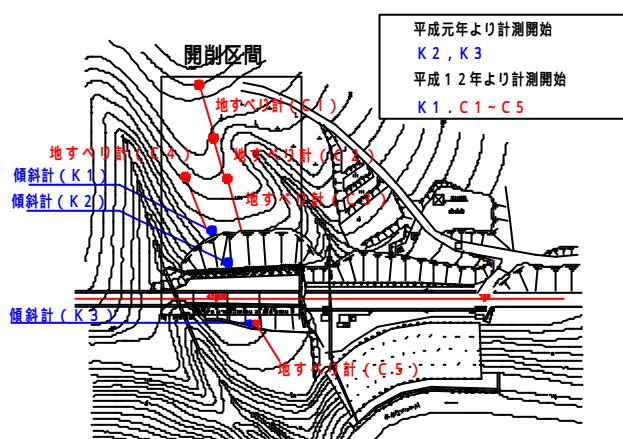


図-2 計測項目および位置

キーワード：開削トンネル、地すべり、抑止杭

〒060-8644 札幌市中央区北11条西15丁目1-1 TEL (011)700-5794, FAX (011)700-5795

3. 対策工

3.1 鋼製セントルによる覆工補強

本トンネルでは覆工の変状が第2ブロックに集中しており、且つこの区間の変位速度が急激であることから、緊急対策として、鋼製セントルによる覆工コンクリート補強を行うこととした。

鋼製セントルは、トンネル内空変位が縮小傾向にあり、建築限界の制約から大きな部材を使用することができないため、H-100×100を1m間隔で設置した。セントルの設置は夜間の作業にて行い、3日間で12基の施工を行った。

3.2 抑止杭

緊急対策と並行して、新たに現地周辺の地質調査を含む計測等を行った。ここで追加した主な計測項目は、地すべり計(5点)および傾斜計(1点追加)であり、その計測位置を図-2中に示す。これらの計測の結果、開削区間の覆工変状はトンネル上部斜面(山側)の地すべりが主な要因と考えられるデータが得られたことから、これに対して抑止工による対策を行うこととした。地すべりに対する抑止工としては一般的に抑止杭、グラウンドアンカーなどが考えられるが、ここでは現地の状況にあわせて、大規模な重機械等を使用せずに施工可能である深礎杭を採用することとした。

深礎杭(2.0 ctc 3.0m, L=17.5m, N=13本)の設計に際しては、まず現状のすべり面を推定したうえで、その位置における土質定数を定める必要がある。すべり面は図-4に示すようにボーリング孔による傾斜計測定値を参考として推定した。ここから現状の安全率を概ね0.95~1.0と仮定して逆解析を行うことですべり面位置の土質定数を算出し、これを用いて深礎杭の設計を行った。ここで、深礎杭施工後の安全率は、地すべりが発生した場合の影響範囲が鉄道の本線上であることを考慮して、 $F_s=1.2$ を上回るよう設計を行った。おわりに

深礎杭施工後におけるトンネル覆工の内空変位の計測データを図-2中に、傾斜計測定データ(K2)を図-5に示す。

これらの図より、トンネル覆工の内空変位の進行および、トンネル山側の地山の動きは減少していることがわかり、深礎杭により地すべりが抑制されていると推察される。しかしながら、これまでの地山の挙動は、若干の変動があるものの、概ね3~5月にかけての融凍期に大きくなる傾向がある。したがって、今後も現地では内空変位計測や地質調査等を継続して行い、列車の安全な輸送に万全を尽くす所存である。

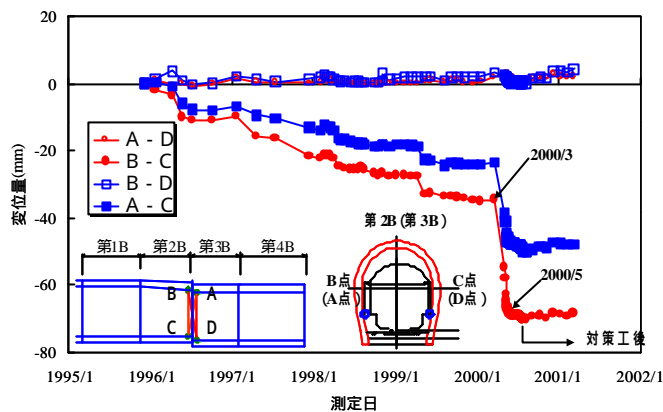


図-3 内空変位量測定データ

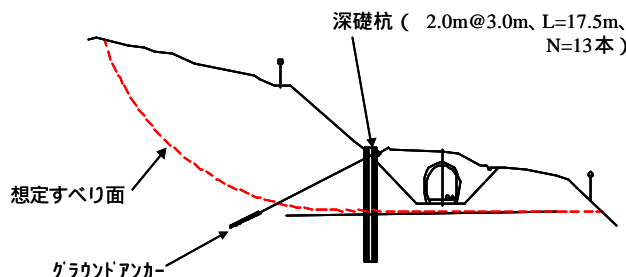


図-4 想定すべり面と抑止杭配置

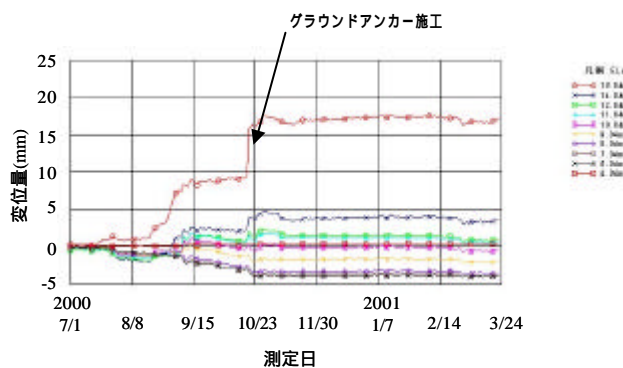


図-5 傾斜計測定データ(K2)