

地圧を受ける変状トンネルにおけるモニタリングシステムの構築

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○森瀬 喬士 嶋本 敬介 津野 究 川越 健
西日本旅客鉄道株式会社 幸田 真也 坂本 寛章

1. はじめに

トンネルに変状が発生した場合、十分な調査・計測を行い、その結果に基づいて最適な対策工を選定しなければならない。しかし、鉄道山岳トンネルは、線状、広範囲に存在するため、変状監視には多大な労力と時間が必要であり、調査や計測の頻度が限定される場合がある。そこで筆者らは、モニタリング計測による変状監視システムを構築するとともにそのデータに基づく対策工選定法について開発を進めている。本稿では、地圧を受けるAトンネル(活線)において、多種の計測機器を設置して無線センサを用いてモニタリング計測を行うとともに、地質の状況を把握するため岩石調査を行ったので報告する。

2. Aトンネルの変状と対策状況

Aトンネルは全長 615m の単線甲型のレンガトンネルであり、トンネルの周辺地盤は流紋岩質凝灰岩で構成されている。Aトンネルでは1901年のしゅん功より地圧による変状が発生しており、これまで2度の改築(図1)及び裏込注入やロックボルトによる修繕が実施されているものの、その後も覆工の圧迫等の変状が確認されている区間がある。

3. 現地試験方法

Aトンネルの地中変位を把握するため、坑口から約145mのA断面に、図2に示すようにトンネル内面から側壁左右に地中変位計(L=6m, 5測点/本)を設置した。また同断面付近に、内空断面計測用のレーザー変位計、ひびわれ幅計測用の π ゲージを併せて設置した。計測機器付近に温度計を内蔵した無線センサ子機を設置し、トンネル坑口に親機一体型の収録装置を設置した。計測機器により得られたデータは無線センサ子機から親機まで伝送し自動収録した。無線センサ子機の電源は図3(b)に示すように単2電池3本である。電池寿命は5分間の間欠周期で2年以上の設計である。子機1つで5測点まで測定が可能である。なお、地質状況を把握するため、地中変位計設置時にボーリングコアを採取して(右: 7.55m, 左: 6.85m)、右側のコアに対し各種岩石試験を実施した。

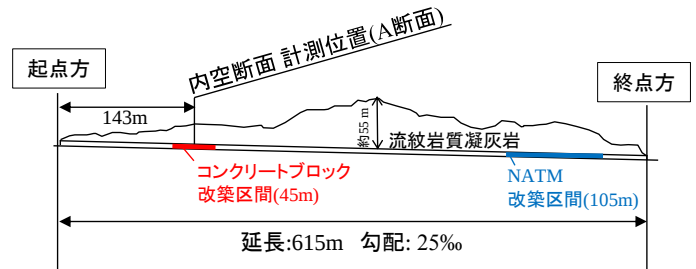


図1 Aトンネル縦断面図

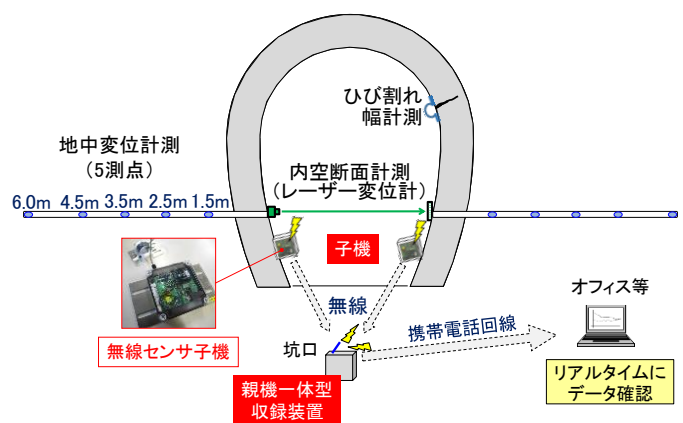
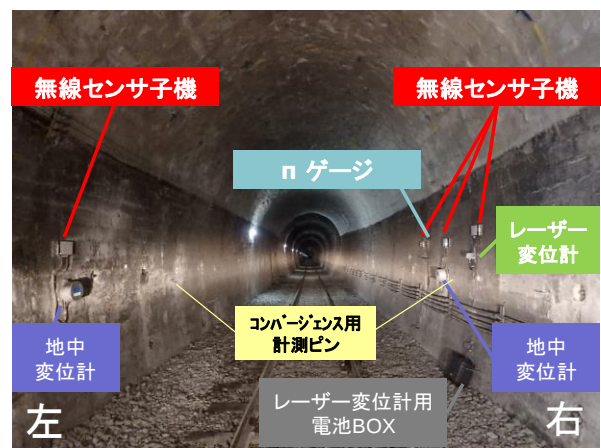


図2 構築したモニタリングシステム



(a) 計測機器および無線センサの設置状況



(b) 子機内部



(c) 地中変位計と子機



(d) レーザー変位計と子機

図3 計測機器等の設置状況 (A断面付近)

キーワード: 山岳トンネル 地圧 無線センサ

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 トンネル tel:042-573-7266

4. 試験結果

(1) ボーリング調査結果：ボーリングマシンにより採取したコアを観察した．右左ともに全体に変質した火山岩礫凝灰岩であった．基質は流紋岩質であり，部分的に強変質部が存在することを確認した(図4)．コアは軟質で礫混じり粘土状を呈する箇所を挟んでいた．

(2) ボーリングコアを用いた岩石試験結果

① 一軸圧縮試験結果：CM 級，CL 級コアに対し水浸前後の強度低下を比較するため，一軸圧縮強度試験を実施した．図5は各々3 供試体の平均の一軸圧縮強度であるが，水浸前後で 85%以上の強度低下が確認され，水の存在の影響を受けやすいことがわかった．

② スレーキング試験結果：スレーキング試験を CM 級,CL 級,D 級コアそれぞれ 1 供試体実施した．その結果スレーキング指数は CM 級=1, CL 級=2, D 級=3 であり，D 級コアは，図6に示すように部分的に泥状化した．

③ 吸水膨張試験結果：CL 級コアを使用して吸水膨張試験を実施した．吸水開始 7 日後の膨張応力は 5.29 kN/m²，膨張率は 0.16%であった．若干の膨張は発生するものの，膨張応力，膨張率ともに，トンネルの変状に影響を与えるような値ではないと考えられる．

(3) 無線センサによる計測結果

計測結果の一例として，右側に設置した地中変位計の計測結果を温度変化とともに図7に示す．計測頻度は 5 分間隔である．計測期間が 1 ヶ月程度と短いこともあり，明瞭な変形傾向は確認できなかった．詳細にみれば，温度の日変動に対応して地中変位計の計測結果も変動していることが確認できる．地中変位計自体の温度依存性が出た結果であり，地山の動きを捉えたものではないと思われるものの，0.02mm レベルの小さな変動まで捉えることができています．

5. おわりに

トンネル(活線)を対象に無線センサを用いたモニタリング計測による変状監視システムを構築することができた．今後，現在も収集しているモニタリングデータを整理，活用するとともに，近年の計測技術や数値解析技術も取り込んで，調査・計測データに基づく対策工選定法について取りまとめていくことを考えている．

【謝辞】無線センサに関する技術情報の提供およびデータ整理などにあたっては，ジェイアール総研情報システムの蒲地秀矢氏に多大なご協力をいただきました．ここに厚く感謝の意を申し上げます．

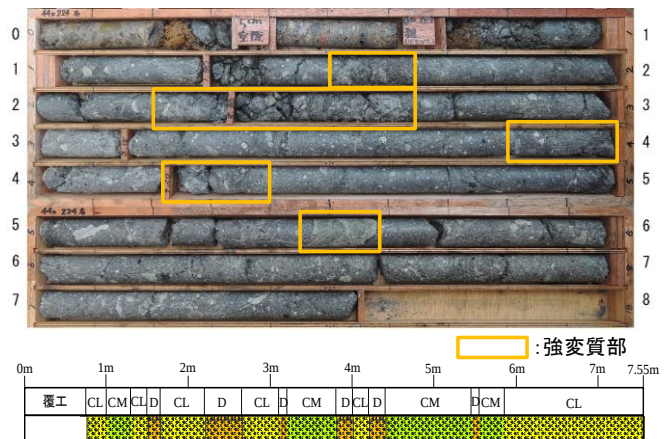


図4 ボーリングコア状況 (右側壁側)

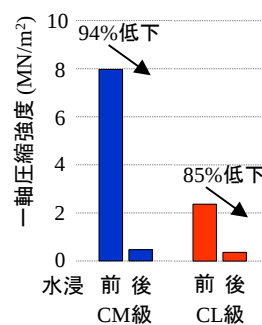


図5 一軸圧縮試験結果

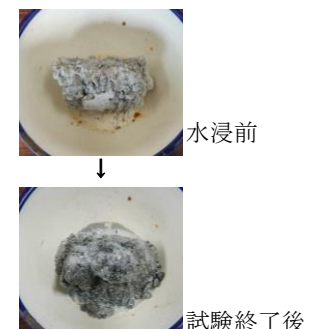


図6 スレーキング試験結果 (D 級コア)

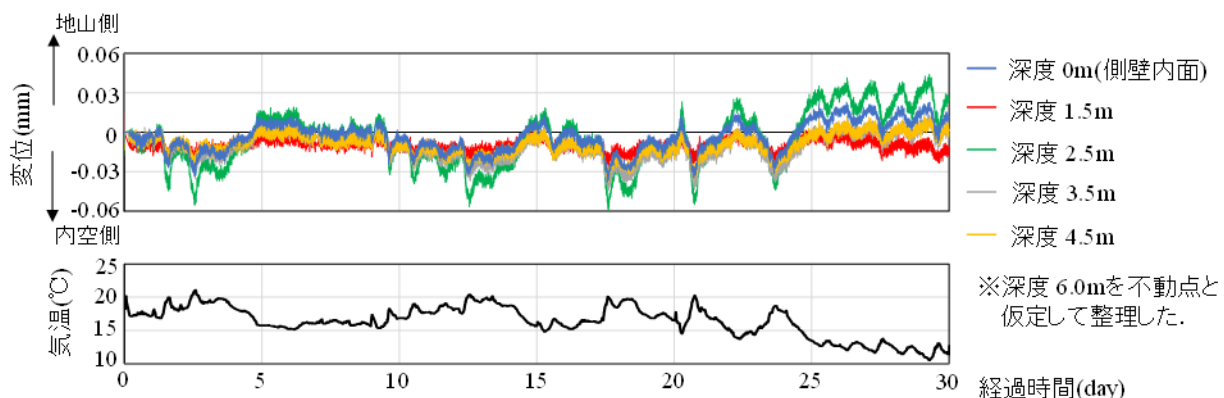


図7 地中変位計測結果 (右側)