

礼文浜トンネルコンクリート剥落箇所の維持管理について

北海道旅客鉄道(株) 正会員 ○中西 祐介, 前坂 裕太

1. はじめに

平成11年11月28日, 当社の室蘭線礼文浜トンネル(延長1,232m)において, 重さ約2tの覆工コンクリートが剥落し貨物列車が脱線するという事故を起こした。その後, 原因調査および復旧工事を行い7日後に運転再開となった。今回, 事故から14年が経ち, これまで継続して実施している各種測定結果を紹介するとともに, 対策工の効果などについて確認したので報告する。

2. 平成11年コンクリート剥落事故の概要

剥落発生箇所付近の推定横断面図を図1, 詳細断面図を図2に示す。剥落はトンネル入口から239m(24k557m付近)の位置にある下り線アーチ部で起こり, 剥落箇所の形状は円錐状で2.5m×3.0m×45cm程度であった。剥落に至った原因については学識経験者が中心となり, 剥落したコンクリートの破壊面の状況や地山状況, 地質調査などにより以下のように推定され¹⁾, 補強セントルを中心とした対策工が施工された²⁾。

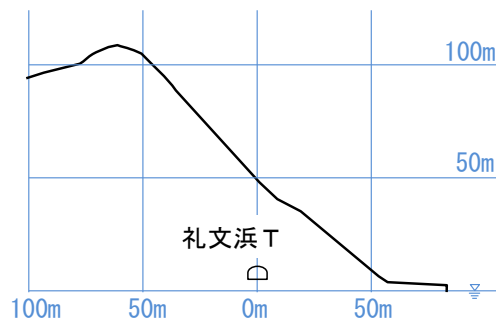


図1 剥落箇所付近推定横断面図

- ① 覆工コンクリートの打設後, 比較的早い時期に上部の地山が緩み, アーチ天端付近の突出した岩塊より局所的な地圧が覆工に作用した。
- ② この地圧の作用により, 突出岩塊を中心とした放射状のひび割れが生じた後, 押し抜きせん断破壊が生じて破壊面が形成された。
- ③ 列車振動や凍結融解の繰返し等により, 破壊面の先端部に徐々にひび割れが進展した。
- ④ 最終的には, 剥落塊を支えていた部分に自重により新たな破断面が生じて落下した。

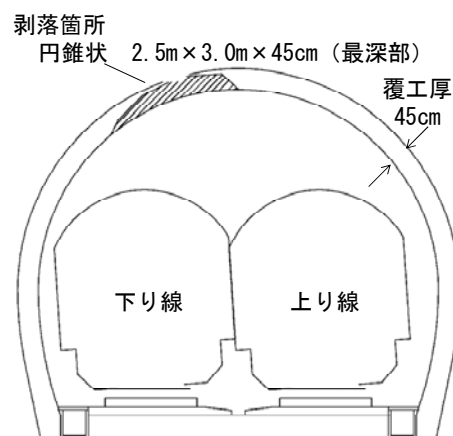


図2 詳細断面図

また, 礼文浜トンネルは過去にも剥落箇所付近とは別の区間で大きな変状があり, 入口から100mまでの区間では, 建設時に地山斜面の不安定化が原因で工事を一時中止し斜面对策を実施しているほか, 剥落箇所付近から出口側に400m程度離れた区間などでは, 共用後に軌道隆起が発生しインバート新設やロックボルト補強などの対策を実施している²⁾。

3. 剥落事故以降に実施している各種測定結果

(1) 補強セントル変形測定

対策工を施工した平成11年から, 補強セントルの変形を確認するため, 内空変位計(精度1/100mm)を用いた上部, 下部のそれぞれ水平方向の変形量の測定を年1回の頻度で実施している。剥落箇所付近におけるこれまでの測定結果を図3に示す。

平成18年に補強セントルの補修のため, 測定値を一旦リセットしているが, 継続した変形量として推定しても, 測定開始から平成25年まで上部および下部の水平方向の変形量はともに14年間で3mm程度の縮小となっている。一般的に, トンネルの維持管理において問題とされる縮小量は1年間で3mm程度以上であり, このことを考慮しても, 剥落箇所付近では, 剥落の原因と推定された局所的な地圧や, 別の区間で発生した軌道隆

キーワード 鉄道トンネル, 維持管理

連絡先 〒040-0063 北海道函館市若松町12-5 JR北海道 函館構造物検査センター TEL0138-22-3251

起を起こすような大きな地圧は、継続して作用していないと考えられる。

(2) 建築限界支障量測定

覆工が変形した場合や路盤隆起が発生した場合には、建築限界と覆工との離隔が縮小し、列車の安全運行に支障を与える。この離隔量が適正に確保できているかを確認するため、レーザー光を用いた断面測定を年1回の頻度で実施している。

剥落箇所付近は、建築限界と補強センターとの離隔量は列車の安全運行に支障を与えるような値ではなく、平成25年から過去5年間の変化量についても、剥落位置に近い左アーチ肩部で4mm程度の拡大となっており、レーザー光の測定精度(±1.5mm)を考慮しても、局部的な地圧や大きな地圧は継続して作用していないと考えられる。また、軌道検測車の結果をもとに、同様の期間における軌道の高低狂い変化量について確認すると、剥落箇所付近を中心とした前後100m区間の変化量は平均で1.5mm程度の隆起となっており、別の区間で過去に見られた路盤隆起についても、剥落箇所付近では問題となっていないことが確認できている。

(3) 補強センターひずみ測定

対策工を施工した平成11年から、小型ひずみ計(定格容量±1000μ)を用いて補強センターのクラウン部とクラウン部を中心とした左右45度の位置の3箇所のひずみを測定している。剥落箇所付近におけるこれまでの測定結果を図4に示す。

測定開始から2年程度はばらつきがあるも、その後は剥落箇所に近い左45度位置については20μ程度で収束し、クラウン部および右45度位置については180μ程度で収束している。左45度位置のひずみが小さいことから、剥落の原因と推定された局部的な地圧は継続して作用していないと考えられる。なお、センターの変形測定によっても、剥落を発生させるような大きな地圧が作用した場合の兆候は把握できると判断し、平成17年を最後にひずみ測定を中止している。

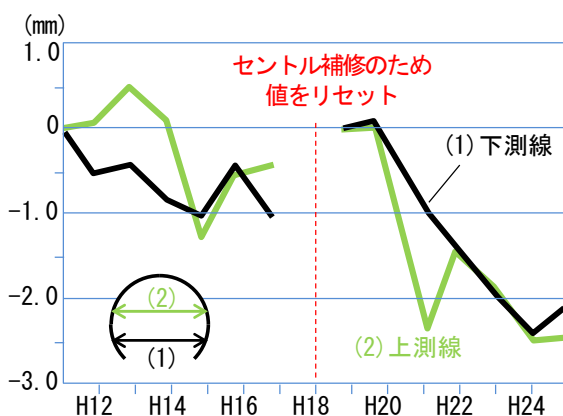


図3 センター変形測定

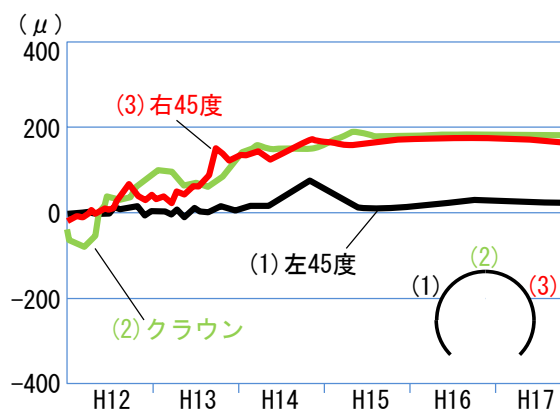


図4 センターひずみ測定

4. まとめ

- ① 剥落箇所付近では、剥落の原因と推定された局部的な地圧や路盤隆起を起こすような大きな地圧などが継続して作用している可能性は低いと考えられ、原因が、事故後に推定された、早い時期での局部的な地圧により剥落が発生したものであることを改めて確認できた。
- ② 地圧による変状対策としては、ロックボルトやインパートの施工が一般的であるが、剥落箇所付近では、現在、大きな地圧が作用している可能性は低いと考えられるため、事故後に実施した補強センターが適切な対策であることが確認できた。
- ③ 同じトンネルで起きた変状であっても原因は様々であり、適切な対策のためには原因の推定が重要となるとともに、地道な長期間の測定が重要となることが再確認できた。

参考文献

1) トンネル安全問題検討会報告書：2000年2月
 2) 吉野，松田，小西：コンクリート剥落箇所の変状と対策工，トンネルと地下，2001年8月