鉄道トンネルにおける維持管理方法に関する一考察

JR 東日本　正会員　○宮崎　真弥
JR 東日本　正会員　込山　実
JR 東日本　正会員　鈴木　尊
JR 東日本　正会員　脇山　勘治

１．はじめに

現在 JR 東日本が所有し，維持管理を行っているトンネルは，新幹線，在来線合わせ延長約 900km，坑数約 1,200 坑となっている．トンネルの経年は最も古いものでは在来線において，120 年を超えている．また，団塊世代の大量退職が進み，社員数も含めトンネルの維持管理の経験者が減少しているという現状である．そのため，トンネル検査の精度の維持及び向上，検査の効率化が課題となっている．これらの課題解消を目的にトンネルに発生している変状について個別の変状分析を行い，維持管理方法を検討したので，報告する．

２．トンネル全体における変状発生傾向

トンネルにおける変状の現状把握のために，当社で所有するトンネル覆工表面撮影車[1)]で覆工表面を撮影したデータ(以下，TuLIS データ)で全トンネルの変状分析を行い発生状況について確認した．その分析結果から無筋コンクリートの場合，ひび割れ数とトンネル経年との間には相関は見られないこと，グリーンタフ地域はその他の地域と比較して，ひび割れ数が多い傾向にあること，坑口部のひび割れ数は，中間部よりも多い傾向にあるということ等が確認された[2)]．

３．個々のトンネルにおける変状発生傾向

これまでの変状分析で把握できたトンネル全体の変状傾向が個々のトンネルでも見られるか確認するため，個々のトンネルの詳細な発生状況を分析した．今回の分析は，新幹線を対象とし，その中でも覆工材料が幅広い年代で使用され，所有延長が最も長いコンクリート(山岳)とした．また，変状種別は変状発生割合が半数以上を占める「ひび割れ」とした．分析に当たり，単位延長当たりの平均ひび割れ数を基準とし，ひび割れ数の比率が高いトンネル上位 10 坑を整理した(**図-1, 2**)．そのうち上位 2 坑について，発生状況を個別に分析した．

(1) 事例１　Ａトンネル(図-3)

北関東に位置し，1980 年代に建設された延長 10 km以上のトンネルである．このトンネルは，Ｄ工区でひび割れ数が多くみられる．Ｄ工区の掘削方法はサイロット工法を採用していることから，不良地山がひび割れ数に影響していると推測され，また，当時初の NATM が採用されている区間があることから，施工にも起因していると推測される．一方，Ａ工区もサイロット工法を採用しているが，ひび割れ数は少ない．また，工事誌によるとＢ工区で施工に苦慮したことが記載されているが，ひび割れ数は少ない．これらは，地山に適した支保

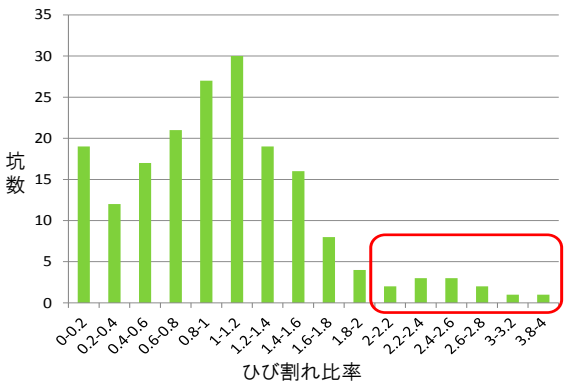

図-1　新幹線トンネルのひび割れ比率分布

順位	単位延長ひび割れ比率	トンネル名	年代	地域	グリーンタフ	凍害危険度	延長(m)
1	3.85	Aトンネル	1980	北関東	○	3	10km以上
2	3.17	Bトンネル	1980	南東北	○	1	10km以上
3	2.73	Cトンネル	1970	北関東	○	1	5km以上
4	2.60	Dトンネル	1980	南東北	○	1	3km以上
5	2.54	Eトンネル	1980	北関東		2	5km以上
6	2.49	Fトンネル	1980	南東北	○	1	3km以上
7	2.47	Gトンネル	1980	南東北	○	1	1km以上
8	2.39	Hトンネル	1980	南東北	○	1	500m以上
9	2.24	Iトンネル	1980	南東北		1	100m未満
10	2.22	Jトンネル	1980	南東北		1	500m以上

図-2　新幹線トンネルひび割れ比率一覧

キーワード　鉄道，トンネル，維持管理，変状，ひび割れ
連絡先　〒151-8512　東京都渋谷区代々木二丁目 2 番 6 号（JR 新宿ビル 4F）ＴＥＬ03-6276-1251

構造で建設されたためと推測される．なお，グリーンタフ地域になり，トンネル全体の傾向と一致している．

(2) 事例２　Ｂトンネル(図-4)

南東北に位置し，1980 年代に建設された延長 10 ㎞以上のトンネルである．Ｃ工区でひび割れ数が多くみられる．Ｂ工区からＣ工区にかけて土被りが大きくなっているが，Ｃ工区のみ，ひび割れ数が多くなっている．これはＣ工区に分布する断層破砕帯の影響と考えられる．グリーンタフ地域にはなるが，Ｃ工区以外は，概ね平均値に近いひび割れ数になっている．坑口付近のひび割れ数が多い傾向は確認されなかった．

(3) 個々の分析結果のまとめ

個々に分析したひび割れ数の多いトンネルは，トンネル全体のひび割れ発生の傾向と一致しないものがあった．ただし，グリーンタフ地域に建設されたトンネルは，ひび割れ数が多いことについて，一致しているといえる．また，断層破砕帯などの地質条件による影響を受ける場合は多くなることも確認された．

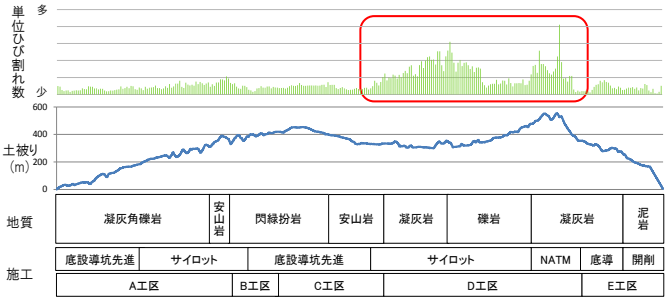

図-3　新幹線Ａトンネルのひび割れ分布図等

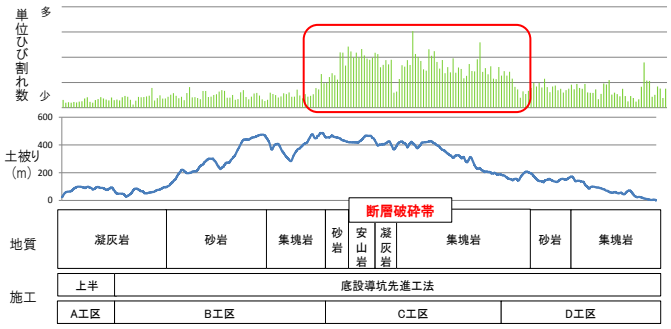

図-4　新幹線Ｂトンネルのひび割れ分布図等

３．維持管理方法の検討

(1) 方針

個々の分析結果のまとめから，トンネル全体でみられる傾向[2]だけでは，個別のトンネルの状況を把握できないことがわかった．トンネル毎に施工方法，地形，地質等が異なることを考慮して，それぞれの特状を個別に把握していく必要があることが確認された．そのため，各トンネルの特状を簡単に把握できるようなカルテの整備，また，個別に対応すべきトンネルの定義をより明確にし，管理する必要があると考えられた．

(2) トンネルカルテの整備[2]

カルテの整備として，TuLIS データを使用して，変状の進行や発生状況の分布を整理し，弱点箇所の把握を目指した．また，検査時の着目点(位置と部位，想定される変状)を記載することとした．これらにより検査精度の向上，効率化を図る他，検査時の事前調査資料や経験を補う検査支援ツールとして，活用していきたいと考えている．

(3) 個別管理トンネルの設定

個別管理トンネルの設定として，継続的に監視が必要な場合や変状原因の特定，措置方法の検討が困難な場合など，維持管理する上で苦慮するトンネルの該当する条件をより明確にして整理し，個別管理トンネルとして管理することを考えている．これらのトンネルについては，変状原因を「外力・環境・材料・施工・設計」に分類[3]した上で，維持管理方針の検討を個別具体的に進めていきたいと考えている．

４．まとめ

トンネルカルテの整備や個別管理トンネルを設定することにより，トンネル検査の精度の維持および，検査の効率化が図られると考えられる．

参考文献

1)　鈴木延影：トンネル覆工表面撮影車の導入，日本鉄道施設協会誌，2000.8
2)　菅藤他：鉄道トンネルで発生している変状の傾向に関する一考察，第 26 回トンネル工学研究発表会，2016.11
3)　鉄道構造物等維持管理標準・同解説（構造物編）トンネル，鉄道総合技術研究所編，2007.1