

トンネルカルテを活用した鉄道トンネルの維持管理

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○菅原 和孝, 込山 実, 水野 光一朗
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 山村 啓一, 藤田 健史

1. はじめに

JR 東日本で維持管理を行っているトンネルは、新幹線および在来線合わせて延長約 900km、約 1,200 坑となっている。在来線では供用開始後 100 年を超えるトンネルもあり、今後の維持管理業務が重要視されている。また、これまでの維持管理業務では経験豊富なベテラン技術者が要点を押さえた効果的な検査によって維持されてきたが、維持管理業務の経験者の減少が今後見込まれる中、世代交代に伴う維持管理業務の技術継承や技術力向上が課題となっている。

本稿では、JR 東日本におけるトンネルの変状傾向を踏まえて特徴を把握するとともに、維持管理上の課題解消を目的に維持管理支援ツールとして整備したトンネルカルテの内容や活用方法、期待される効果について報告する。

2. トンネルの変状発生傾向とトンネルカルテの整備の必要性

トンネルにおける変状の現状把握のため、JR 東日本管内の全トンネルを対象に変状発生傾向を分析した結果、経年とひび割れ数には相関性が見られないこと、ひび割れ数はグリーンタフ地域や寒冷地域、坑口部で多い傾向が見られることが確認された¹⁾。また、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を確認するため、新幹線を対象に所有延長が最も長いコンクリート（山岳）でひび割れ数の比率が高い上位2坑で分析した。個々の分析結果からトンネル全体の変状発生傾向だけでは個別のトンネルの状況を把握できず、変状には偏りがあり、地質や施工方法、環境の差異が大きく影響し、各トンネルの特状を考慮してそれぞれを個別に把握していく必要があることがわかった²⁾。

これらのことから、各トンネルを個々に効果的に維持管理していくためには、建設時の情報や過去の変状対策の履歴といった、トンネル固有の情報を一元管理することが必要であると考えられる。そのためのツールとして JR 東日本で統一したフォーマットで作成し、更新や加工が容易にできるトンネルカルテの整備を行うこととした。

3. トンネルカルテの概要および内容

トンネルカルテは検査の着目点の明確化と情報の一元化による継続的な継承を目的とし、トンネル検査の精度向上ならびに効率化、変状発生原因の想定、整理された情報から対策方針、工法選定といったトンネルの維持管理に関する一連の業務について、検討ができる仕組みを目指した。また、変状の分布や進行性の把握、トンネルの弱点箇所の抽出やこれまでの対策や検査で得られた一連の情報を総括し、なおかつ、視覚的に着目点を即座に理解できるツールとする必要がある。これを実現するため、工事記録や財産図等の資料および後述する各検査関連情報を活用し、以下のように3つに区分してトンネルカルテを構成した。

トンネルカルテの1枚目にはトンネル諸元、主な特徴、維持管理方針など、トンネルの維持管理において基本となる項目を記載する(図-1)。2枚目にはトンネル建設に関わる工事誌や維持管理で使用している財産図、トンネル掘削時に作成した地質縦断面図など、建設当時の経緯や環境特性、地質条件の情報を記載する。また、トンネル覆工表面撮影車(以下、TuLIS)³⁾やトンネル覆工検査車(以下、CLIC)⁴⁾による変状データ等といった各検査関連情報も合わせて一元表示する。TuLISによる展開図データからはトンネル全長でのひび割れの分布を明確にできるが、ひび割れに着目した理由は、JR東日本管内のトンネルで最も多く発生している変状²⁾がひび割れであり、なおかつ、ひび割れはトンネル検査の現地にて坑内から覆工を目視検査する際に、ひび割れの形態、規模、パターンから外力のかかり方、進行状態、変状原因などを推定できるためである。一方、CLICの検査結果からはトンネル覆工内部の空洞について、大きさやトンネル全長での分布を明確にでき、覆工の欠陥に着目することができる。建設時の情報や環境条件といったトンネル固有の特性と、最新検査機器による検査結果を合わせて表示させることで、維持管理上の着目すべき箇所やブ



図-1 トンネルカルテの例(その1)

キーワード カルテ，トンネル，維持管理，目視検査，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 31階 TEL: 03-6276-1251

クを明確化できるようにしている(図-2)。さらに、3枚目には既往の修繕工事や外力対策、補強工事の内容といった工事の履歴や、内空変位等の計測監視箇所の履歴、工事誌から得られた施工時に発生した異常出水や切羽の崩落といった施工難箇所のほか、施工方法に起因する構造上の弱点箇所、変状進展箇所など、検査時の着目点を明確化する上での必要事項を一連で記載できるようにした(図-3)。

以上に加えて、トンネルカルテは検査によって新たに発見した変状や、今後の検査に引き継ぐべき事項を随時記載し、最新の情報として管理・更新することが重要である。管理・更新する変状の情報は、社内のトンネル専門技術者による技術指導の内容や、トンネル検査技術者の意見や提案も随時反映させて、質的向上も図っている。

4. トンネルカルテの活用方法および期待される効果

(1) 効果的な検査の実施と技術継承

現地での目視検査の前にトンネルカルテを確認することで、トンネル検査者が事前に当該トンネルに関する知識や情報を短時間で得ることができる。また、着目すべき箇所を把握することで入念に目視検査すべき箇所が明確になる。これらにより、効果的な目視検査と変状の種類や原因を踏まえた健全度の判断につながれると考えている。特に、塑性圧、偏圧等の外力に起因するひび割れについては、トンネル構造の安定性に関わる変状となりうることから、発生の有無や進行性について着目するよう取り組んでいる。以上のように、トンネル検査の準備および現地での検査においては、経験が浅い技術者でも必要な時間を大幅に増加させることなく、水準の高い目視検査ができ、検査の技術力向上も図られる。

さらに、トンネルカルテを活用し更新することにより、これまでの維持管理業務で蓄積してきた情報を随時継承することができ、仮に担当者が変わっても同じ技術レベルの検査・維持管理が実施され、高精度のトンネル検査を継続するとともに、効果的な検査を行うことができると考えている。

（２）対策の検討と計画的な維持管理

対策が大規模になる前に必要な対策を実施する予防保全による維持管理や、長い延長のトンネルで対策が必要な箇所の選定、対策工法の選定を行うためには、外力や環境、施工や設計等に起因する変状原因の推定や劣化傾向の把握が必要である。これらの情報を一元化し、網羅的に把握できるトンネルカルテを活用することにより、変状発生の要因や相関性、進行性を想定することができると考えている。これにより、計画的な維持管理ができ、トンネルの長寿命化につながると期待される（図-4）。

5. おわりに

トンネルカルテを整備し、継続的に更新することで検査の質的向上を図るとともに、将来のトンネル状態を想定した効率的な維持管理や対策計画の策定をして、より確実に効果的な維持管理を目指したい。また、トンネルカルテは、大規模な対策や慎重に監視する必要があるトンネルについては個別に管理するトンネルとして優先的に整備を行っており、実施してきた継続監視内容や原因推定、対策方針について中長期的な維持管理方針を戦略的に構築することにも活用されている。

参考文献

- 1) 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
- 2) 宮崎他：鉄道トンネルにおける維持管理方法に関する一考察，土木学会第 72 回年次学術講演会，2017. 9
- 3) 鈴木延彰：トンネル覆工表面検査車の導入，日本鉄道施設協会紙，2000. 8
- 4) 大澤他：トンネル覆工検査車の導入，日本鉄道施設協会紙，2004. 12.



図-2 トンネルカルテの例(その2)

年度別		内容	担当	備考
1	○●○●	○●○●	○●○●	○●○●
2	○●○●	○●○●	○●○●	○●○●
3	○●○●	○●○●	○●○●	○●○●
4	○●○●	○●○●	○●○●	○●○●
5	○●○●	○●○●	○●○●	○●○●
6	○●○●	○●○●	○●○●	○●○●
7	○●○●	○●○●	○●○●	○●○●
8	○●○●	○●○●	○●○●	○●○●
9	○●○●	○●○●	○●○●	○●○●
10	○●○●	○●○●	○●○●	○●○●
11	○●○●	○●○●	○●○●	○●○●
12	○●○●	○●○●	○●○●	○●○●

年度別		内容	担当	備考
1	○●○●	○●○●	○●○●	○●○●
2	○●○●	○●○●	○●○●	○●○●
3	○●○●	○●○●	○●○●	○●○●
4	○●○●	○●○●	○●○●	○●○●
5	○●○●	○●○●	○●○●	○●○●
6	○●○●	○●○●	○●○●	○●○●
7	○●○●	○●○●	○●○●	○●○●
8	○●○●	○●○●	○●○●	○●○●
9	○●○●	○●○●	○●○●	○●○●
10	○●○●	○●○●	○●○●	○●○●
11	○●○●	○●○●	○●○●	○●○●
12	○●○●	○●○●	○●○●	○●○●

図-3 トンネルカルテの例(その3)

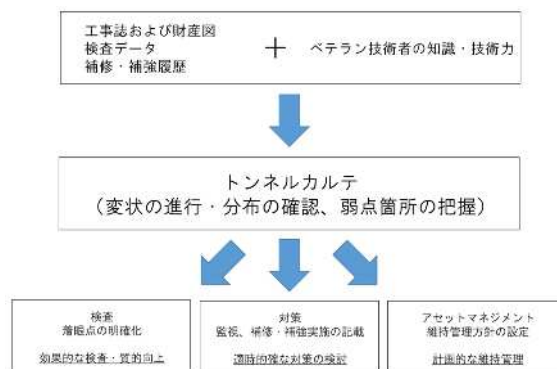


図-4 トンネルカルテの活用方法