

トンネル覆工検査の精度向上等の取り組み

西日本旅客鉄道(株) 正会員 ○松尾 廣和
西日本旅客鉄道(株) 正会員 櫛田 正人

1. はじめに

平成11年度に発生したトンネル内でのコンクリート剥落事故の重大さに鑑み、運輸省（当時）のトンネル安全問題検討会において事故原因の究明等が行われ、新しいトンネル保守管理体系が定められた。これを踏まえ、当社ではトンネル覆工コンクリートをより機動的に高い精度で検査するためのツールとして、トンネル覆工表面検査システムやトンネル検査車、トンネル保守管理システム等の導入を図ったので紹介する。

2. 各開発機器

2-1 トンネル覆工表面検査システム (SATUZO)

撮像車と地上の解析装置から構成され、覆工表面のひび割れ等の状態の検査を、ばらつきなく一定の精度で迅速に行うシステムである。能力を表-1に示す。測定原理は、覆工に照射したレーザー光の反射の濃淡を検出するもので、測定速度は精度により2.8km/h～17km/hの4段階で、精密測定モード時には0.5mmのクラックの検知が可能である。撮像車を用いて収集したトンネルの覆工表面検査データをもとに、必要によりひび割れ幅や長さ等に関する検出・判別の詳細解析を行うこととしている。(写真-1)

表-1 覆工表面検査システムの能力

変状等種別	覆工表面検査システムの能力	
	目視検査	打音検査
覆工の変形・変位	△	×注)
外力によるひび割れ	○	
引張りひび割れ	○	
顕著な食違い(段差)	△	
打継ぎ目	○	
コールドジョイント	○	
ジャンカ	○(剥離の検知は×)	
材料劣化	△(剥離の検知は×)	
漏水	○(水量は×)	
凹凸部	○	
補修材	△(剥離の検知は×)	
添架物(ボルト等)	○(ゆるみは×)	
路盤・軌道の変状	×	
排水工・坑門部	×	

○：可能 △：一部可能 ×：不可能

注) 軽音、濁音等の判別は、トンネル検査車により確認する

2-2 トンネル検査車 (TK)

機動性を高め、新幹線のトンネル検査をさらに効率的に実施すべく、トンネル検査車を開発した。検査車はアーチ部の随所に、斜め上下左右へ簡単操作で直接アプローチできるブーム装置、アーチ部を見渡せる広い検査台、接合部を含む側壁上部専用の3つの



写真-1 トンネル撮像車



写真-2 トンネル検査車

検査台を持ち、運転席のみでなく、ブーム上や検査台上でも油圧で検査走行やブームの操作が出来るほか、補修作業も活用できるよう、牽引能力も備えた機能とした。また、隣接線路に対する防護システムを組み込むなど、作業の安全性にも万全な構造とした。(写真-2)

2-3 トンネル覆工内部探査装置

覆工内部のジャンカなどを判定する機器で、探査子と解析装置からなり、覆工表面のコンクリートを透過性の高い低周波音響信号（音響弾性波）で加振し、その反射や減衰をリアルタイムに測定することに
キーワード 検査精度と迅速性 データ管理

連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田二丁目4番24号 西日本旅客鉄道(株) TEL06-6376-6473 FAX06-6375-8915

より覆工内部の状況を把握するもので、覆工表面から深さ20cm程度までのひび割れやジャンカを判別することができる。コアボーリングにかわる非破壊検査方法として、トンネルの個別的な診断に活用を図っているところである。

2-4 トンネル保守管理システム（TuMaS）

トンネルの保守管理に必要なデータを一元的に管理し、データの検索、更新、分析や編集の容易化、迅速化を図るとともに、検査計画や補修計画の策定支援を行うシステムで、DB（データベース）技術とGIS（地理情報システム）技術を活用することにより、①変状展開図の自在なスクロール表示機能、②画像データや個別検査結果等の変状展開図上への保存するリンク機能、③作図パレットを用いた変状のワンタッチ編集機能、④任意の検索項目による各種データの一括検索・編集機能、⑤変状の形状やスケール管理・判定ランク管理機能を併せてもつとともに、ペンタッチ式の携帯端末の導入により、検査データの持出し、記録およびデータベース更新の容易化を図ったシステムである。平成13年度に新幹線に導入し、平成14年度には在来線にも適用を拡大した。

3. さらに効率的な保守管理

図—1にトンネルの検査管理体系を表す。

これまで目視+打音という形で行ってきた検査は、目視の部分がSATUZOに置き換わることにより、データ収集業務は速度並びに精度の面で大幅に強化された。また、目視は室内でのハイビジョンTVを用いた形となり、より効率的に行えることとなった。収集したデータの一部については詳細解析を行い、それらはTuMaSデータのアップデートという形でデータベースの更新に利用する。打音検査は、TuMaS上で検索した要打音箇所についてTKを用いて効率的に進めることができるようにした。

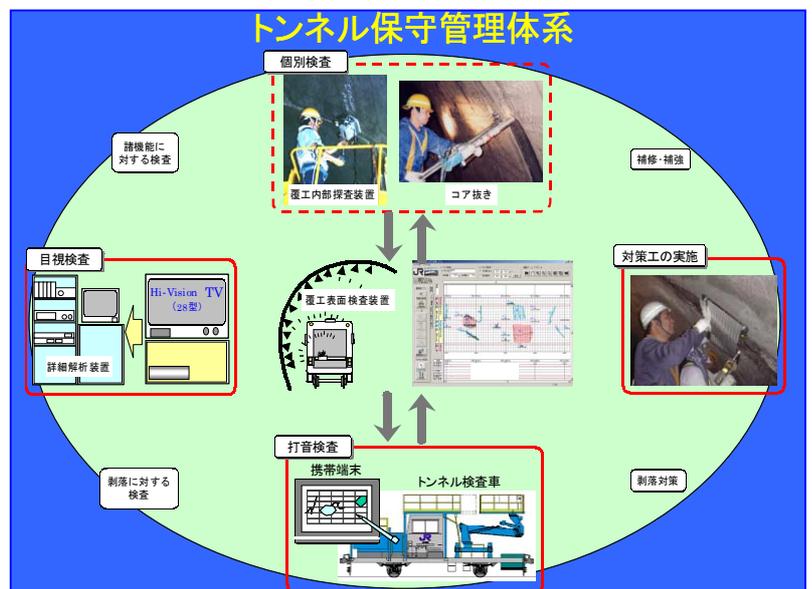
一方、打音検査によりさらに詳細な検査必要と判断した箇所については、覆工内部探査装置を用いてより迅速・容易化された形で内部の状況を推定できるようになった。

以上のように、様々なツールの活用により、新たな検査体系に基づくトンネルの維持管理をさらに効率的かつ精度良く実施できる体制が構築できた。

4. おわりに

トンネルの検査精度向上や変状抽出の自動化など将来的な検査の自動化に向けた、ソフト・ハード両面の検討のほか、在来線専用のコンパクト撮像車の開発やレンガトンネルに対する同様の取り組みの強化が今後の課題である。

また、今回数多くの保守用車や検査システム等を開発導入したが、なかでも撮像車や内部探査装置に関わる機器使用の技能や変状判定に対する技術力についての人材育成も大きな課題である。



図—1 トンネル保守管理体系