

ICT を活用した地下鉄のトンネル検査

東京地下鉄(株) 正会員 ○五十嵐 翔太 非会員 三浦 考智
 正会員 川上 幸一 非会員 榎谷 祐輝
 非会員 野口 正則
 (株)メトロレールファシリティーズ 非会員 小松 正典

1. はじめに

東京地下鉄株式会社(以下東京メトロと呼ぶ)は、現在9路線、営業キロ195.1km、うち約85%がトンネルである。トンネルの約65%は開業から30年以上経過しており、最も古い構造物は88年が経過している。毎日の保守に充てられる時間は、準備・片付けを含み、夜間の送電停止中の3時間程度であることから、効率的かつ質の高い保守を行うことが重要である。そこで東京メトロでは、昨年度からトンネル検査においてICTを導入しており(図-1)、効率的な検査、検査情報の蓄積、迅速な情報共有ができる体制を進めている。本稿では、その一部を紹介する。

2. トンネル検査におけるICTの導入

ICTを導入する以前は、通常全般検査や特別全般検査では、過去の検査で確認したひび割れや漏水等(以下、「変状」という。)の位置や写真が記された紙媒体の記録を持参し、変状を確認しながら手書きでメモを残すとともに、事務所でメモをデータベースに転記確認していた。また、検査に行く前には前回の変状記録用紙やデジタルカメラ、筆記用具等を準備しなければならず、非常に手間を要していた。さらに、現場の作業者にとっては、現場で作業を行い、事務所に戻ってのPCへ入力、報告書の作成など、非常に多くの労力を費やしており、検査結果の共有に関しては、最大で3ヶ月程度を要していたため、検査結果の情報共有や補修計画・工事等の措置を講ずる時間も長くなっていた。そこで、検査を迅速かつ漏れなく正確に実施・記録するため、以下のような試みを行った。

(1) モバイルアプリケーションの開発

軽量のタブレット端末(iPad)を導入して効率化を図ることとし(写真-1)、これに伴い、モバイルアプリケーションソフト(図-2)と、検査データの管理システムを開発した。

(2) 位置情報信号発信装置

これまで、トンネル内ではGPS等の機能が使用できないため、位置情報の取得が困難であった。そこで、東京メトロのある1路線に対し、試験的にトンネル内に位置情報信号発信装置(以下、「Beacon」)を10mピッチで設置し、タブレット端末と連携させることで検査者の位置情報の自動取得化を行った。これにより、検査時の位置情報入力の効率化や誤記を防止することができる。

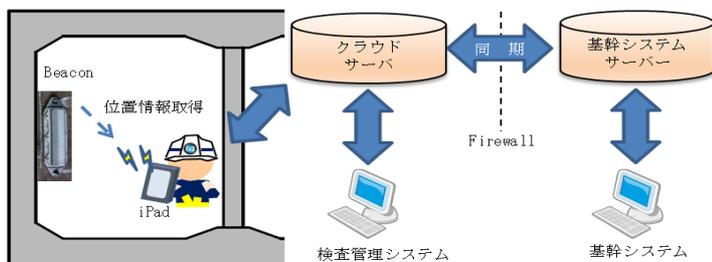


図-1 システム全体構造

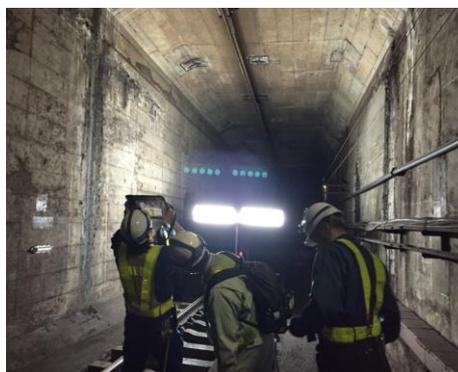


写真-1 検査におけるタブレットの使用状況

3. 検査データの蓄積・活用¹⁾

(1) 基幹システムの開発

トンネル検査のシステム化に伴い、検査結果および修繕結果を管理する基幹システムの開発も行った。タブレット端末によりクラウドサーバーへアップロードされた検査データを同期アプリケーションで基幹システムのサーバーへ同期させる。これにより、検査・措置の進捗・検査結果をリアルタイムで共有できるようにした。また、クラウドサーバーを介しているのは、検査結果のセキュリティを確保するためである。

(2) 検査結果データの有効活用

トンネル検査が完了したのち、措置が必要と判定した変状につき措置計画を策定する。これまでは、表計算ソフトを使用し一担当者が優先度（健全度、経過年数、科学的要因等）、年間施工量を考慮し変状1箇所ずつ措置計画を策定し入力を行っており、負担も大きく策定完了までに時間を要していた。これを解消するため、基幹システムに措置計画策定機能を実装した。予め、優先度の条件、年間可能施工量（断面修復、止水）、特殊区間（標準工法適用外）を設定でき、図3に示す通り、措置が必要な変状を一括で自動作成できるようにした。同図は、変状分布図である。これは、数値化された検査結果を可視化することで、誰が見てもどこにどれくらいの変状が存在しているのかわかるものである。これを基に、「何故ここに変状が集中しているのか?」「どのような原因でどのような対策をとれば良いのか?」等の問題を、若手社員やベテラン社員等で討論し、事業計画へ反映することができる。また、自動作成機能には、年間可能施工量を超える件数があった場合は、次年度以降へ自動で計画される機能も有している。これらにより、措置計画策定に係る事務作業を大幅に削減できると共に、検査完了から措置実施までを迅速に行えるようにした。

図3は、変状分布図である。これは、数値化された検査結果を可視化することで、誰が見てもどこにどれくらいの変状が存在しているのかわかるものである。これを基に、「何故ここに変状が集中しているのか?」「どのような原因でどのような対策をとれば良いのか?」等の問題を、若手社員やベテラン社員等で討論し、事業計画へ反映することができる。また、自動作成機能には、年間可能施工量を超える件数があった場合は、次年度以降へ自動で計画される機能も有している。これらにより、措置計画策定に係る事務作業を大幅に削減できると共に、検査完了から措置実施までを迅速に行えるようにした。

4. 業務の効率化

上記に記したように、検査全体をシステム化したことにより、作業の効率化が生まれてきている。実際に現場で検査をしている作業員にヒアリングを行ったところ、作業効率が、ICTを導入する前と比べて、1/5程度まで軽減されたと回答している。また、検査結果の共有は、今まで最大で3ヶ月程度を要していたが、最短で1日で共有することが可能となり、より早く措置計画等を講ずることも可能となった。

5. まとめ

東京メトロでは、効率的にトンネルの維持管理を行うことを目的にICT化を進めてきている。それにより、効率的な検査、検査情報の蓄積、迅速な情報共有がスムーズとなり、措置計画等が今までよりも早く行えることが可能となった。また、現場で検査を行う作業員の負担も大幅に軽減され、作業の効率化も図られた。

[参考文献]

- 1) 川上幸一:東京メトロの土木構造物検査におけるICT活用, 日本鉄道施設協会誌, Vol. 41, 2015-2, pp40-43, 2015.



図-2 モバイルアプリケーション画面

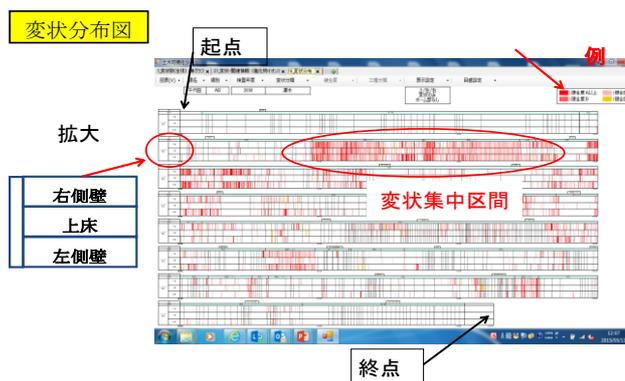


図-3 変状分布図