

近接目視・打音を中心とした 特別全般検査による知見

榎谷祐輝¹・新川洋行²・高橋泰広³・阿部正和⁴・小西真治⁵

¹正会員 東京地下鉄(株) 鉄道本部 工務部 土木工事所 (〒110-0015 東京都台東区東上野5-6-6)
E-mail:y.enokidani@tokyometro.jp

²東京地下鉄(株) 鉄道本部 工務部 土木工事所 (〒110-0015 東京都台東区東上野5-6-6)
E-mail:h.shinkawa@tokyometro.jp

³東京地下鉄(株) 鉄道本部 工務部 土木工事所 (〒110-0015 東京都台東区東上野5-6-6)
E-mail:yasuh.takahashi@tokyometro.jp

⁴東京地下鉄(株) 鉄道本部 工務部 土木工事所 (〒110-0015 東京都台東区東上野5-6-6)
E-mail:m.abe.t3w@tokyometro.jp

⁵正会員 東京地下鉄(株) 鉄道本部 工務部 土木課 (〒110-8614 東京都台東区東上野3-19-6)
E-mail:s.konishi.r4r@tokyometro.jp

東京地下鉄株式会社(以下、東京メトロ)では、平成24年度に建設後85年を経過した銀座線トンネルに対して、高所作業車を用いて近接目視と打音による特別全般検査を行った。特別全般検査の実施にあたり、作業目標値を設定し、それを満たすように検査方法の検討を行い、最も効率的な検査方法を確立した。また、検査結果を分析し、近接目視・打音検査の重要性や劣化の傾向を再確認することができた。その他の8路線についても平成31年度までに各路線ごとに特別全般検査の実施を予定している。

Key Words : *hammering test, aerial work platforms, cut-and-cover tunnel, subway tunnel*

1. はじめに

東京メトロは、営業距離195.1kmのうち85%、166.8kmがトンネル区間である。トンネルの維持管理は、日常の線路巡回、2年毎の通常全般検査、20年毎の特別全般検査等を行い、健全度判定に基づき、補修・補強を行っている。昨年、築85年を経過した銀座線トンネルについて、写真-1に示す高所作業車を用いて近接目視と打音による特別全般検査を行い、検査結果を分析したので報告する。

行う特別全般検査では、通常全般検査で発見が困難な天端や上床の変状について、確実に見つけ出すことが出来るように、検査方法や作業人員、記録方法などについて改善した。



写真-1 高所作業車

2. 検査実施の課題

2年に1回行っているトンネルの通常全般検査は、基本的には十分な照明を用いて徒歩による目視で行っている。変状の判定にあたっては必要により、足場を使って、近くから目視あるいは打音している。この検査では、大きな問題は捕まえられるものの、天端や上床付近の細かい変状を全て見つけるのは難しい。このため、20年に一度

3. 特別全般検査方法の検討^{1), 2)}

変状抽出精度を高めるため、以下のような特別全般検査の作業目標値を定めた。

① 通常全般検査における「構造物の健全度判定」を確定し、精度を高める。② 軌道面から目視する通常全般検査を補完するためトンネル構造物の変状を把握する。③ 1年/路線で検査を完了させる。④ 1パーティ/日で検査する。⑤ 1日当たり作業時間90分とする。⑥ 軽微なはく離は検査時に除去する。（この中でも①、②を目的とし、③～⑤は、検査によって得られる成果を勘案し、作業上の目標値としている。）

これらを満足するよう、銀座線トンネル部で調査を行い、適切な編成人員、日当たり施工量、打音ピッチ、チョーキング方法、記録方法等を検討した。なお、2年に1度、通常全般検査で近接目視及び必要により打音検査を行っているため、上床・側壁上部を重点的に検査した。

その結果、表-1に示すような検査方法で実施することが最も効率的であることを確認できた。検査の人員構成を図-1、表-2に示す。この方法で平成24年度に銀座線で特別全般検査を実施した。残りの8路線についても平成31年度までに実施を予定している。

表-1 検査方法

	検査方法
近接打音・目視の対象	対象内壁面に発生しているすべての変状を対象とし、特に以下の3点に注意して検査する。 ①通常全般検査で把握している変状 ②通常全般検査以外の浮き・はく離 ③維持管理標準の調査項目（打継ぎ等）
チョーキング	変状の分類、構造物・はく落の判定、変状箇所 の囲み、変状寸法（ひび割れ幅のみ）
現場記録	現場用記録表に記帳する

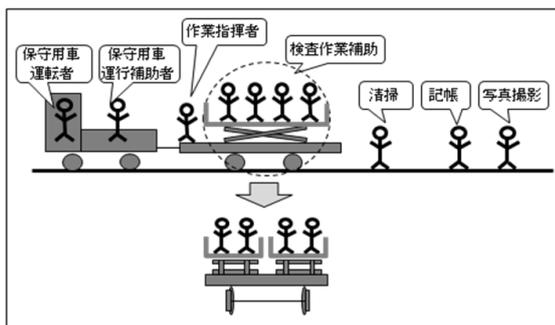


図-1 人員配置図

表-2 役割および人員

役割	人員
保守用車運転者	1人
保守用車運行補助者	1人
作業指揮者	1人
検査作業補助	4人
清掃	1人
記帳	1人
写真撮影	1人
合計	10人



写真-2 近接目視、打音検査

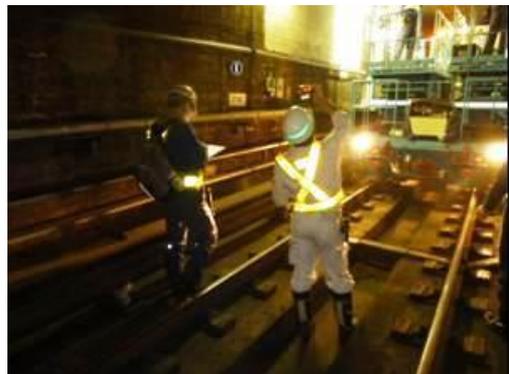


写真-3 記録作業

4. 構造物の健全度判定

健全度判定は表-3に示す考え方を基本とした。人による健全度判定のブレを最小限にするために、これまでに通常全般検査で培ってきた知見をまとめた手引き等による教育の実施、検査員を固定メンバーで構成、弊社社員による適宜現場での指示・指導等を行った。

表-3 構造物の健全度判定

判定区分		構造物の状態
A	AA	運転保安，列車の正常運行及び旅客，公衆等の安全を脅かし，又はそのおそれのある変状等があるもの
	A1	進行している変状等があり，構造物の性能が低下しつつあるもの 大雨，出水，地震等により，構造物の性能を失うおそれのあるもの
	A2	変状等があり，将来それが構造物の性能を低下させるおそれのあるもの
B	将来，健全度Aになるおそれのある変状等があるもの	
C	軽微な変状があるもの	
S	健全なもの	

5. 検査結果

今回の特別全般検査では，A判定とB判定の変状だけで平成24年度に実施した通常全般検査で抽出した変状数の約3倍の新たな変状を抽出した。図-2に特別全般検査と通常全般検査の変状数の比較を示す。特別全般検査で新たに抽出した変状の多くは，軽微な浮きやはく離であり，浮きとはく離だけで比較すると通常全般検査の約7倍の変状数となった。今回の検査により，小さな浮きやはく離を発見するためには，近接目視及び打音検査が重要であることを再認識することができた。ただし，浮きやはく離などの変状は，急に進行するものではないため，一度変状を把握していれば，2年に1回の通常全般検査で経過観察することで問題ないとする。

また，変状発生傾向としては，ジャンカ・漏水・漏水跡周辺に多く発生し，鉄筋露出はかぶり不足による軽微なものが大半であった。

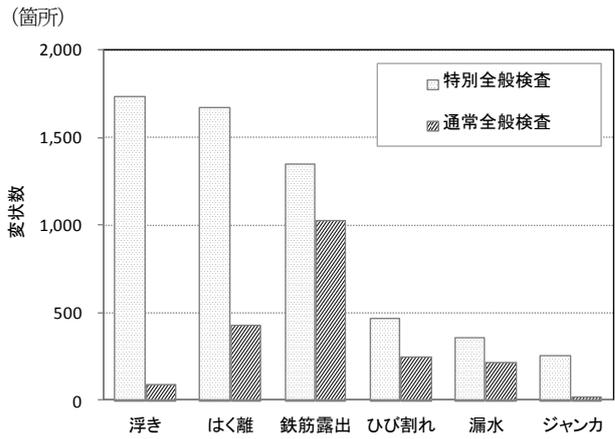


図-2 通常全般検査と特別全般検査の変状数の比較

駅間ごとの特別全般検査で挙げた全ての変状数を図-3に示す。J駅-L駅間では，平成2年から平成17年にかけて断面修復・漏水・ひび割れ補修および中性化抑制を入念に施工しており，施工後十数年経過している箇所もあるが，他の区間に比べて変状は極端に少なかった。N駅-O駅間については，過去の研究^{3, 4)}においてコア強度が比較的 low で，変状が多く見られたことから，平成12年までに側壁補強工事を行っている。側壁補強工事では中性化進行による将来の劣化防止を考慮して，側壁のかぶりコンクリートをはつり落とし，補強配筋を配置してコンクリートで増し打ちしているため，今回の検査では変状が少なくなっていると考えられる。これらのことから現在行われている補修・補強方法の有効性を確認することができた。

一方，D駅-E駅間は，極めて軟弱な沖積土で建設時から地下水が多く，これまでの通常全般検査でも漏水，漏水跡が多かった区間である。従来の研究結果^{3, 4)}でも，漏水により構造物の劣化が進行しやすくなるとされてお

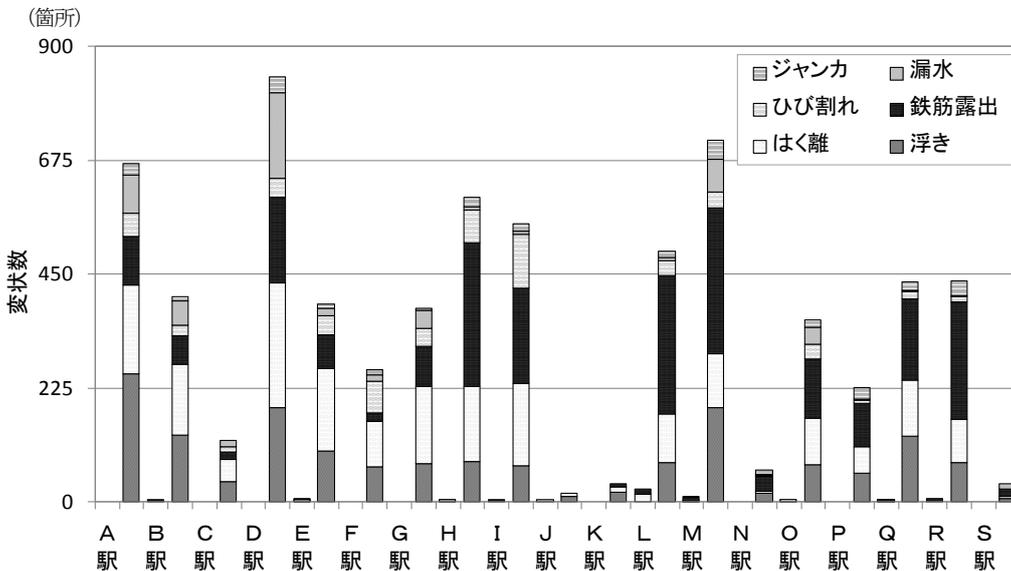


図-3 駅間ごとの変状数

り、そのため浮きやはく離が増加していると考えられる。

M駅-N駅間は、鉄筋露出の数量が多かったため、平成24年度から断面修復を行い、平成25年7月に施工が完了している。

銀座線の建設年代は大雑把にみるとS駅からA駅に向かって建設されている。しかし、トンネルの構造や施工法、劣化環境など様々な影響があるため、過去の検査結果でも把握していたように、単純に建設年度が古い区間で変状が多いという結果にはならなかった。

今回の特別全般検査で抽出した変状については、叩き落としが必要な箇所でも可能なものは、検査の中で処理を行い、後日対応が必要なものは、別途工事にて処理した。今後、要補修箇所の優先度を見極め、より良い補修計画を策定していく予定である。

6. まとめ

建設後85年を経過した銀座線トンネルにおいて、高所作業車を用いて近接目視、打音検査による特別全般検査を行った。特別全般検査の実施に先立ち、作業目標値を満たし、作業効率の高い検査方法を確立した。また、検査結果を分析して得られた知見をいかに記す。

① 小さな浮きやはく離を発見するためには、近接目視及び打音点検が重要であることを再確認した。ただし、浮きやはく離は急に進行するものではないため、一度変状を把握していれば、経過観察で問題ないとする。

② 補修を行った区間では、施工後十数年経過していても変状はほとんどでていなかったことから、現在の補修

工法の有効性を確認できた。

③ 漏水が多い区間では、浮きやはく離が多くなる傾向が見られ、漏水への対応（止水など）の重要性を再確認することができた。

④ 建設年度が古いものから劣化が進むのではなく、構造や施工法、劣化環境など様々な要因で劣化の進行具合が変わってくることを再確認した。

銀座線のように建設後85年を超えるような地下鉄構造物は世界にも例が少なく、さらに経年が進んだ時の劣化のデータはほとんど無い。今後、建設後50年を超える路線が増えていく中で、どのように維持管理していくか、今回の特別全般検査で得た知見を活かしていきたいと考える。

参考文献

- 1) 榎谷祐輝, 新川洋行, 澤田一夫, 坂田聡, 小西真治: 築 85 年を経過したトンネルの特別全般検査について, 土木学会, 第 65 回年次学術講演会, 2013. 9. 予定 (投稿中)
- 2) 澤田一夫, 針谷邦人, 新川洋行, 榎谷祐輝: 東京地下鉄における特別全般検査 (トンネル), 日本鉄道施設協会誌, Vol. 51, No. 2, pp118-120, 2013. 2. 検査方法について記載
- 3) 山本努, 佐々木孝彦, 平田隆祥, 佐藤登: 建設から 75 年経過した銀座線トンネルの R C スラブの健全度調査, 土木学会, 第 60 回年次学術講演会, 2005
- 4) 山本努, 松川俊介: 建設から 75 年経過した開削 S R C トンネルの調査・診断, トンネル工学報告集第 15 巻, pp.395-402, 2005.12

(2013.9.2 受付)

REPORT ON HAMMERING TEST AND VISUAL INSPECTION USING AERIAL WORK PLATFORMS

Yuki ENOKIDANI, Hiroyuki SHINKAWA, Yasuhiro TAKAHASHI,
Masakazu ABE and Shinji KONISHI

We inspected the Ginza line which passed more than 85 years after construction with hammering test and visual inspection using aerial work platforms. We examined the inspection method that satisfies the performance requirements we had set. And we established the most efficient inspection method. Results of the inspection, We have confirmed the importance of the inspection using aerial platforms in order to find small damages of the structures. Therefore, we could schedule of the detail inspections for eight other lines on later 7years.