

鉄道トンネルにおけるはく落実態に関する一考察

○JR 東日本 正会員 込山 実
JR 東日本 正会員 鈴木 尊

1. はじめに

現在 JR 東日本が所有するトンネルの経年は、在来線で最も古いもので 120 年を超えており、新幹線では 40 年を超えている。これらのトンネルは様々な条件下に置かれており、ひび割れや漏水、はく落といった変状が生じる事があるが、それらは適切に補修されている。しかしながらトンネル内ではく落は、はく落片が列車に衝撃するなど鉄道の安全を脅かす恐れがあるため、覆工等の本体構造物だけでなく覆工面に設置された補修工についても把握し、はく落の恐れが無いが、適切に管理する必要がある。

今回は、トンネルにおけるはく落事象の分析を行い、はく落の発生状況の傾向を確認した。

2. トンネル内のはく落事象分析

分析は、2003 年から 2016 年までの 13 年間にトンネル内で発生したはく落事象について行った。

当社のトンネルで発生したはく落事象について、補修工として施工された吹付モルタルや化粧モルタル等のモルタル片と、覆工本体のコンクリート片等の種類別に新幹線・在来線に分類し整理した。結果を図-1、図-2 に示す。トンネル内のはく落事象の特徴として新幹線・在来線とも補修工として施工されたモルタル片が約 6 割を占めていることが確認できた。次に新幹線、在来線とも覆工本体のコンクリート片が約 2 割を占め、在来線では覆工本体のれんが片が約 1 割を占めていることが確認できた。その他に導水工が約 1 割を占めることが確認された。

はく落事象の多いモルタル片は、せめ部に補修や化粧として施工されたせめ部モルタルとそれ以外に施工された補修モルタルに分類し、発生割合を確認した。その結果を図-3 に示す。せめ部以外に施工された補修モルタルが約 6 割を占めていることが確認できた。これにより、当社のトンネル内で発生したはく落事象の大半は、補修モルタルであることが確認された。そこで、補修モルタルのはく落事象について詳細に分析を行った。

3. 補修モルタルはく落事象分析

(1) 概要

分析は、トンネル内のはく落事象分析と同様に、2003 年から 2016 年までの 13 年間にトンネル内で発生した補修モルタルのはく落事象について、発生時期、漏水の有無、発生時期について行った。

(2) 発生位置

補修モルタルのはく落が、トンネル内のどの位置で発生しているのかを確認するため、坑口からの距離を

キーワード 鉄道、トンネル、維持管理、変状、補修工、はく落

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) TEL 03-6276-125

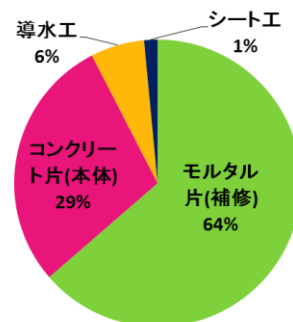


図-1 はく落事象内訳(新幹線)

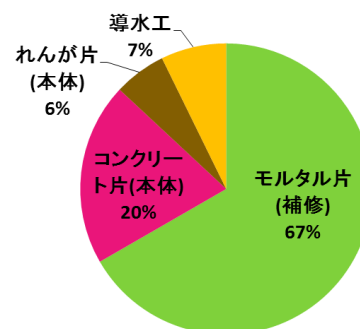


図-2 はく落事象内訳(在来線)

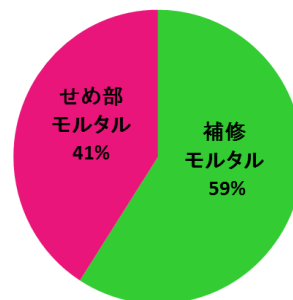


図-3 モルタル片のはく落事象内訳

50m ごとの区間に分割し、はく落発生件数を区間別に集計した。結果を図-4に示す。坑口から100m未満で発生した件数が約6割を占めており、そのうちアーチ部が全体の約4割を占めている。また、トンネル内に向かうにつれて発生割合が減少していく傾向にあることが確認された。

(3) 漏水の有無

補修モルタルのはく落に漏水が影響しているかを確認するため、はく落発生箇所の漏水の有無について分類をおこなった。分類は漏水の有無が報告されている事象を対象とした。結果を図-5に示す。漏水箇所が発生したはく落事象が約9割を占めていることが確認された。

(4) 発生時期

補修モルタルのはく落が時期により発生数に違いがあるのかを確認するため、はく落事象が発生した月別で分類した。結果を図-6に示す。2月～5月に発生した事象が全体の約6割を占めている。これは当社のエリアを考慮すると、凍結融解の影響が大きい融雪期を含む時期に発生していると考えられる。

(5) 分析の重ね合わせ

発生位置、漏水の有無、発生時期を重ね合わせて坑口から100m未満と100m以上で分類した。結果を図-7に示す。100m未満かつ2月～5月に漏水が確認されたはく落事象が約5割を占めることができる。

4. 考察

トンネル内のはく落事象はモルタル片が多く発生しており、その約6割が補修モルタルである。補修モルタルのはく落事象を分析した結果を以下に示す。

- 1) 坑口から100m未満で発生している事象が約6割を占めている。
- 2) 漏水箇所が発生している事象が約9割を占めている。
- 3) 融雪期を含めた2月から5月に発生している事象が約6割を占めている。
- 4) 100m未満かつ2月から5月に発生かつ漏水箇所が発生している事象が約5割を占めている。

以上のことから、補修モルタルのはく落事象は漏水の凍結融解作用が要因の一つとして発生していると考えられる。

5. まとめ

トンネル坑口付近は外気の影響により漏水の凍結融解作用が生じやすいと言われているが、補修モルタルのはく落事象を分析することで、定量的に示す事が出来た。これらの分析結果をトンネルの維持管理における一つの指標とし、「補修モルタルが坑口部に設置されており、漏水が発生している箇所」は検査における着眼点として採り入れ、鉄道トンネルの適切な維持管理に努めていく所存である。

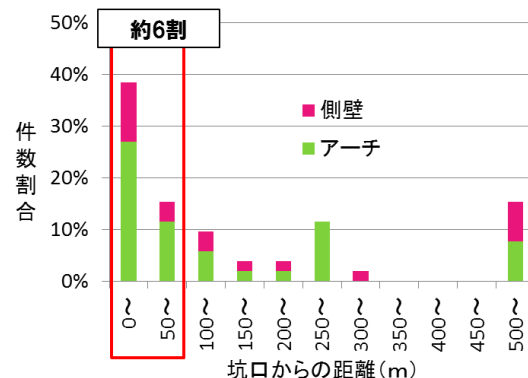


図-4 補修モルタルはく落位置別割合

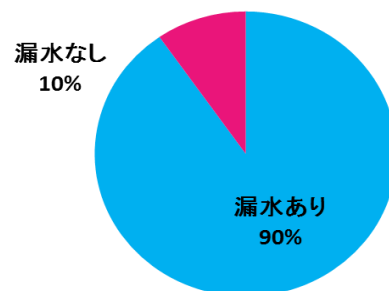


図-5 漏水有無内訳

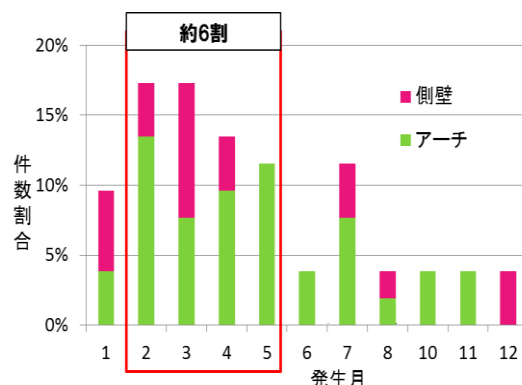


図-6 発生月別割合

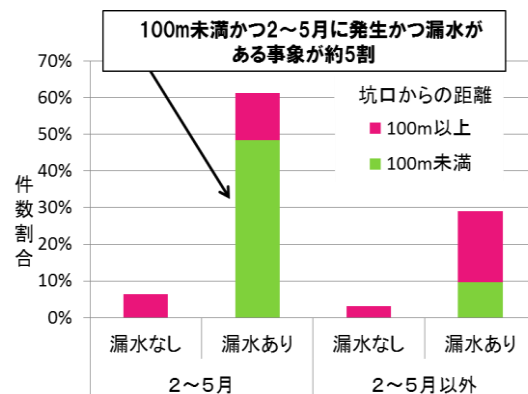


図-7 発生位置、発生月および漏水有無別割合