

高速道路トンネルの鉄筋コンクリートの覆工における点検の高度化に関する検討

(株)高速道路総合技術研究所 正会員 ○上谷 明生
正会員 中野 清人
正会員 山崎 哲也

1. はじめに

東日本・中日本・西日本高速道路株式会社（以下、NEXCO という）の管理するトンネルの定期点検において、無筋コンクリートのスパンでは、走行型画像撮影車で撮影した画像を用いてスクリーニングを実施したのち、ひびわれ等の変状が顕在化していると判断された個所に限定して近接目視・打音点検を実施することで、点検業務の生産性向上を図っている¹⁾。しかし、坑口部、小土被り部および外力対策等で実施されている鉄筋コンクリートの覆工については、変状の発生形態や、鉄筋の腐食が構造物に及ぼす影響を十分に把握できていないことから、従来どおりの全面近接打音を行っているのが現状である。特に、片側 3 車線の大断面トンネルにおいては、約半数のスパンにおいて単鉄筋補強がなされていることから、点検をさらに効率的に実施し、重交通路線での交通規制による社会的影響を低減させることが喫緊の課題である。

本稿では鉄筋の腐食膨張による影響を評価し、点検のさらなる生産性向上の可能性に関して検討した内容を報告する。

2. 高速道路トンネルの供用環境

NEXCO の管理する高速道路においては、冬季の安全な走行環境提供のために凍結防止剤が使用されている。その結果、塩化物イオンの供給があらゆる鉄筋コンクリート構造物の主な変状発生の原因となっており、トンネル構造物においても例外ではない。凍結防止剤の散布状況は、インターチェンジ間でデータが蓄積されており、これを分析して図-1 のヒストグラムに示す。散布量が $20\text{t}/\text{km} \cdot \text{年}$ 以下と比較的少ない路線が全体の 60% 程度を占めていることがわかる。また、散布量が異なる路線ごとに、覆工コンクリートの塩化物イオン濃度を調査した結果を図-2 に示す。散布量が約 $60\text{t}/\text{km} \cdot \text{年}$ の A トンネルに対して $20\text{t}/\text{km} \cdot \text{年}$ 以下の B・C トンネルは、相対的に塩化物イオン濃度が低く、また塩化物イオン濃度が鋼材の腐食限界濃度 ($1.2\text{kg}/\text{m}^3$) に対して、十分に低いことが見て取れる。このようなことから、凍結防止剤の散布による影響が少ない路線と、影響を受ける路線に区分して検討することが、合理的であることが導かれる。

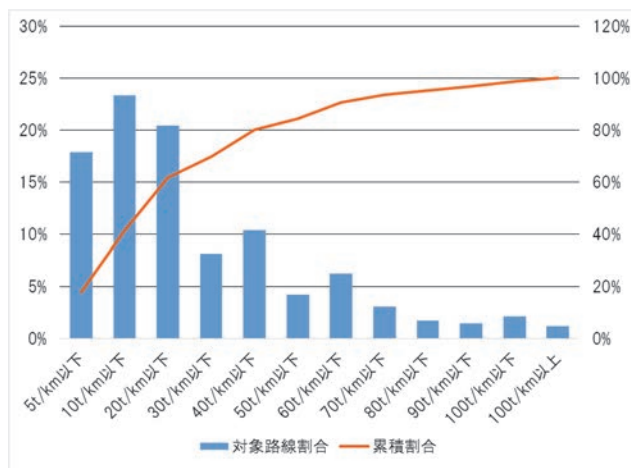


図-1 凍結防止剤散布量ごとの路線割合

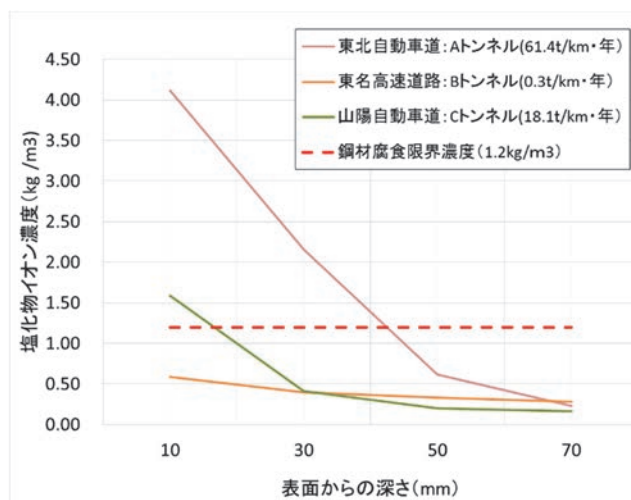


図-2 コンクリート深さごとの塩化物イオン濃度

キーワード：トンネル 点検 覆工コンクリート 鉄筋 腐食膨張

連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生一丁目 4 番地 1 (株)高速道路総合技術研究所 TEL 042-791-1629

3. 凍結防止剤の影響が少ない路線における検討方針と結果

凍結防止剤の散布の影響が少ない路線において、鉄筋コンクリートに変状が発生する要因として、上記の調査結果から塩害の可能性を排除できると考えられたため、中性化が進行したうえで水分が浸透することによる鋼材腐食について検討することとした。具体的には、かぶりが十分に確保されていれば、鉄筋の腐食膨張圧に対してコンクリートの拘束圧が十分に大きく、コンクリートのはく落等の変状が顕在化するまでに相当な年数を要することが考えられる。そこで、図-3に示す流れで、鉄筋の膨張圧とかぶりコンクリートの拘束圧の関係から、かぶりを変化させた場合のはく落までの年数について、図-4に示すFEM解析と鉄筋腐食速度の関係により検討した。かぶりコンクリートにひびわれが顕在化するまでの期間は、はく落の懸念がないことから、それまでの間は、現状は鉄筋コンクリートのスパンの覆工全面で実施している近接打音点検を限定できる可能性がある。検討の結果を表-1に示す。十分に鉄筋かぶりが確保されていれば、かぶりコンクリートのはく落までの年数は長く、それまでの間、無筋コンクリートの覆工と同等の点検手法を採用でき、点検の生産性向上を図ることができると考えられる。

また、コンクリート標準示方書²⁾によると「中性化と水の浸透による鋼材腐食」によって構造物の所要の性能が損なわれてはならないことと、これの照査方法が記されている。照査した結果を図-5に示す。かぶり 30mm で 60 年、50mm 以上で 100 年は鋼材腐食深さは許容値に収まることから、今回試算を行った、水かかりがある場合のはく落が懸念される状態に至るまでの年数の間近接打音点検を限定したとしても、示方書に基づく照査結果と概ね同等かそれ以上に短い安全側の評価であることから、妥当であると考えられる。

4. まとめと今後の検討方針

凍結防止剤の散布量が少ない路線において、鉄筋コンクリートの覆工においても、打音点検を限定できる可能性があると考えられる。今後は、凍結防止剤の散布量が多い路線での塩化物イオンの浸透に関して分析を行い、点検のさらなる生産性向上について検討する。

参考文献

- 1) 東日本・中日本・西日本高速道路株式会社：保全点検実施要領（構造物編） pp.160-165 2019.7
- 2) (公社) 土木学会：コンクリート標準示方書（設計編） pp.150-153 2017

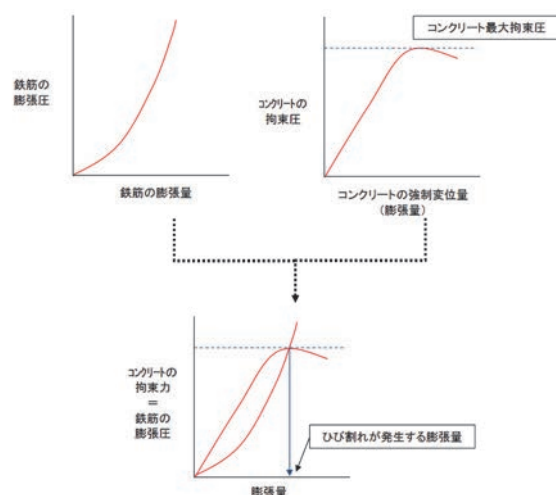


図-3 かぶりコンクリートはく落のメカニズム

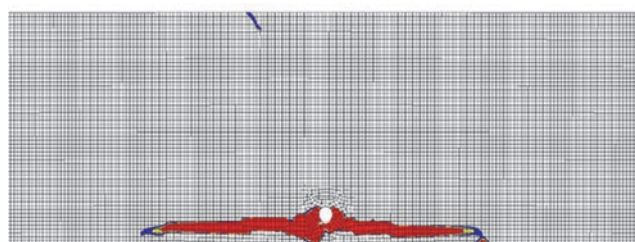


図-4 FEM解析によるかぶりコンクリートのはく落の再現例（かぶり 30 mm）

表-1 はく落までの年数

かぶり厚	単位：年 はく落までの年数	
	水掛かりなし	水掛かりあり
30mm	255	60.5
50mm	350	70
100mm	423.5	85.6

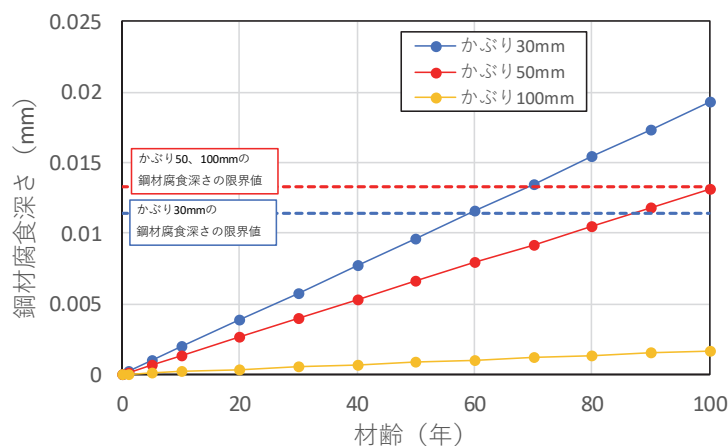


図-5 コンクリート標準示方書における照査