

北陸自動車道のトンネル覆工コンクリート（有筋スパン）の含有塩分量等の調査及び評価

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社 金沢支店 道路技術部 杉山 裕樹
中日本高速道路株式会社 金沢支社高速道路事業部 保全課 広田 健吾
中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社 金沢支店 道路技術部 小松原昭則

1. 目的

北陸自動車道では冬期の路面凍結を防止するため、凍結防止剤（NaCl）を散布して冬期交通の安全を確保している。トンネル内においても明かり部からのタイヤの引水によって湿潤状態になることから、冬期には凍結防止剤の影響を受ける。

一方、近年、高速道路構造物の老朽化に対して大規模更新工事が実施されており、北陸自動車道のトンネルにおいても順次更新工事が予定されている。

この更新工事の事前調査の一環として、2020 年度から有筋の覆工コンクリートの含有塩分量について、覆工コンクリート表面からの浸透状況、及び中性化深さについて調査を行った。調査を実施したトンネルのうち、代表的なトンネル（呼称）の諸元と年間凍結防止剤散布量、及び方向別年平均日交通量を表-1 に示す。

2. 調査方法

2-1 塩分量調査

塩分量調査は、覆工コンクリート（有筋スパン）を対象として、ドリル法により 2cm ピッチで設計鉄筋深さ（10cm）までドリルによる削孔粉末試料を採取し、JIS A 1154（電位差滴定法）に基づき塩化物イオン量を調査した。試料は 1 箇所あたり 3 孔の粉末を採取した。また、あらかじめ電磁波レーダー探査器を用いて鉄筋深さを測定した。試料は図-1 に示すように監視員通路から 2.1mの高さの上半部分から採取した。

2-2 中性化深さ調査

中性化深さの測定は、JIS A 1152：2018（コンクリートの中性化深さの測定方法）により、塩分量調査のドリル孔内にフェノールフタレイン 1%溶液を噴霧して、覆工コンクリート表面からの赤紫発色域までの深さを金尺で測定した。3 孔の測定値の平均値を中性化深さとした。

3. 調査結果

3-1 トンネル入口部

図-2 にトンネル入口部における調査結果を示す。図中の凡例の数字は当該トンネル覆工の入り口からのスパン番号と全スパン数を表している。トンネル A、B においては、覆工コンクリート表面に付着した塩分が未中性化領域に移動及び濃縮している現象がみられ、入口に近いほど塩分量ならびに移動量が大きいことがわかる。トンネル C では、中性化はほとんど進行しておらず、トンネル A、B のような塩分の移動や濃縮の現象はみられない。

表-1 トンネル諸元と年間凍結防止剤散布量

対象トンネル					年間凍結防止剤散布量 (t/km) (注1)	交通量 (注2) (台/日・一方向)
呼称	上下	延長(m)	スパン数	開通年月		
A	上	1,125	95	1980年4月	63	10,201
B	上	1,862	169	1980年6月		10,201
C	下	1,362	115	1977年12月	50	13,185

(注1) 2019年度～2021年度の3か年平均
(注2) 平成25年～令和4年の方向別年平均日交通量

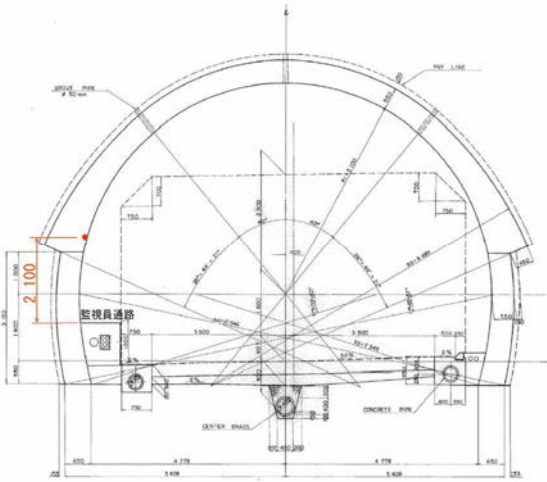


図-1 試料採取位置

キーワード トンネル、覆工、塩分調査、中性化深さ、凍結防止剤

連絡先 〒920-0025 石川県金沢市駅西本町 3-7-1

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社 金沢支店 TEL076-264-7872

塩分量について、コンクリート表面から 0-80mm の間に鋼材腐食発生限界値を超える塩分が検出されたが、鉄筋位置は設計かぶり 100mm に対して、電磁波レーダー探査の結果から、概ねこれを上回るかぶりが確保されていた。このことから、鉄筋位置における塩分量は鋼材腐食発生限界値を十分下回っていた。

年間凍結防止剤散布量については、トンネル C では年間凍結防止剤散布量はトンネル A、B とさほど変わらなかったが、含有塩分量は少なかった。トンネル C の塩分量が少なかった要因は、中性化がほとんど進行していないため、コンクリート表面が緻密な状態で、外部から二酸化炭素や塩分などが侵入しにくい状態である可能性が考えられる。

3-2 トンネル中間部及び出口部

図-3 にトンネル中間部、図-4 にトンネル出口部の調査結果を示す。トンネル中央部及び出口部においては、凍結防止剤はほとんど散布されないことから塩分量は 1kg/m^3 程度以下であった。

中間部における中性化の進行状況はトンネル出入口付近と大きな違いは認められなかった。

4. まとめ

今回の調査結果では、覆工コンクリートに浸透した塩分が表面から未中性化域に移動するとともに濃縮することが確認できた。

中性化が進行していないコンクリートでは、塩分の移動・濃縮は発現していなかった。

鉄筋のかぶり位置における塩分量は鋼材腐食発生限界値を下回っており、発錆のリスクは低いものと判断された。また、トンネルの入口に近いほど塩分量が高くなる傾向にあり、中性化の進行が遅いトンネルは、含有塩分量が低い傾向が見られた。

5. おわりに

現状では、冬期の路面凍結防止として凍結防止剤を散布していることから、コンクリート構造物の塩害対策を行う必要がある。

本調査結果から、鉄筋のかぶり確保の有効性を確認することができた。

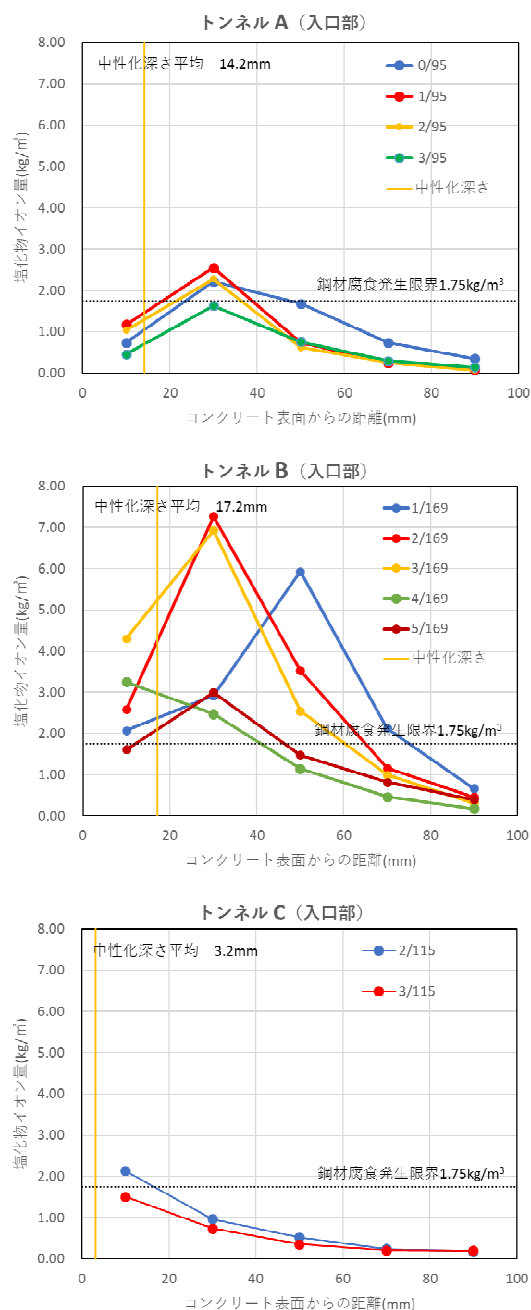


図-2 塩分の浸透状況（トンネル入口部）

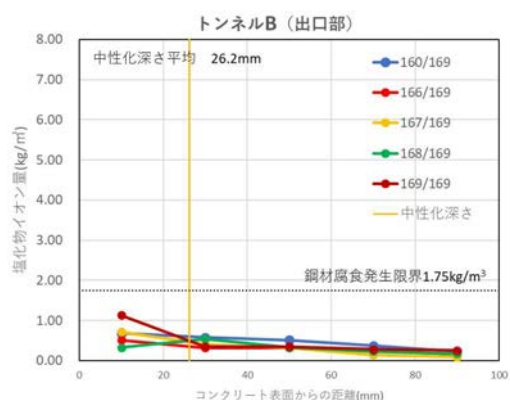


図-3 塩分の浸透状況（トンネル中間部）

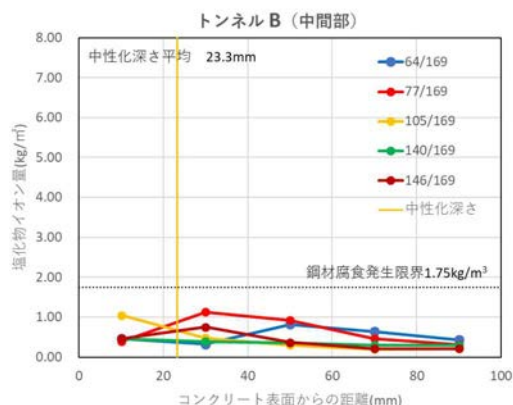


図-4 塩分の浸透状況（トンネル出口部）