

散水消雪区間のコンクリート鉄道橋における ASR 発生状況と対策工に関する検討

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○土田 詩織
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 阿部 雄太
 東日本旅客鉄道(株) 大橋 暁

1. はじめに

当社では散水消雪区間のコンクリート鉄道橋（以下、高架橋）において、建設後数年を経過する頃から ASR に起因すると思われる変状が多数発生している（写真-1）。これまで数々の対策工を試みてきたが、抜本的な対策には至らなかったこと、また道路橋において、ASR 変状の進行に伴う鉄筋破断という前例のない損傷が発生したことを踏まえ、当社では平成 15 年度に技術検討会を立ち上げ、変状の原因や損傷状況、今後の変状の進行が構造物に与える影響等について、詳細な検討を行った。その上で、当面の調査や補修等の維持管理方法を確立した。平成 19 年度以降、調査および対策を継続的に実施する中で、今後の維持管理方法について検討を行っている。



写真-1 ASR 変状例

2. 変状の発生状況・原因

技術検討会での調査において、ASR に起因する高架橋の変状としては、①建設から数年経過後に ASR に起因するひび割れが確認されたこと、②散水消雪区間のうち、約 8.2km で高架橋スラブ下面の約 50%以上にひび割れが発生していること、③変状は主に軌道部の高架橋スラブ下面で発生していること、④鉄筋破断はなく、RC 部材の耐力低下もないこと、等が確認されている。

また、散水消雪区間において ASR に起因する変状が発生し、進行した原因としては2点考えられる。1点目は、変状発生区間において、約 89%で反応性鉱物が含まれている骨材が使用されていることである。2点目は、消雪のため、冬期間（12～3月の4ヶ月）で約2年分の降雨に相当する水量を散水することである。

上記2点の原因により、散水消雪区間の高架橋において、ASR に起因する変状の発生が顕著となったと考える。

3. 調査および対策工

当社では ASR の変状の進行を把握するための調査として、外観目視調査、高架橋の縦断測量およびたわみ測定を継続的に実施している。

散水消雪区間で発生している ASR に起因する変状の一つに、高架橋スラブ下面が黒色から白色に変色する現象が挙げられる。外観目視調査では、散水期間（12～3月）（写真-2）および散水終了後（4～6月）（写真-3）のスラブ下面の変色を目視によって確認し、変色程度によって補修要否を判定している。



写真-2 3月調査時状況



写真-3 4月調査時状況

補修が必要と判定された箇所については、結晶形成型の防水材料をスラブ下面に塗布する対策工を実施している。本材料はコンクリート中の水分と反応し、コンクリート内部の空隙やひび割れなどの欠陥部にセメント結晶を増殖させることで、コンクリートを緻密化するコンクリート改質剤である。現在計画的に補修を進めており、要補修箇所は減少傾向にある。

一部区間の PC 桁においては、建設当初より桁の反り上がりが確認されており、外観目視調査以外に高架橋の縦断測量を継続的に実施している。

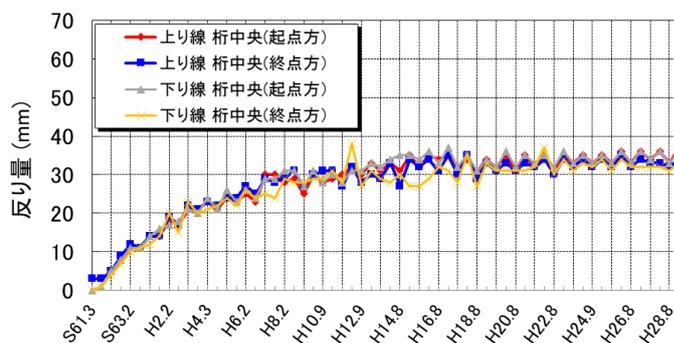


図-1 高架橋の反り上がり量の経時変化

キーワード 鉄道, コンクリート, ASR, 水分量, 細孔径分布

連絡先 〒950-0086 新潟市中央区花園 1-1-4 東日本旅客鉄道(株)新潟土木技術センター TEL025-248-5262

図-1より、昭和61年から平成11年頃までは顕著な反り上がりが見られたが、平成11年の結晶形成型防水材料による補修後は変位が抑制される傾向が確認できる。

4. 対策工の効果確認

対策工の効果を確認するため、コンクリート内部水分量の推移と細孔径分布の推移という2点に着目し、検討を行った。水分量推移を評価するため、平成15年度の補修箇所において、電気抵抗式水分計を用いて、コンクリート内部の水分量測定を実施した。

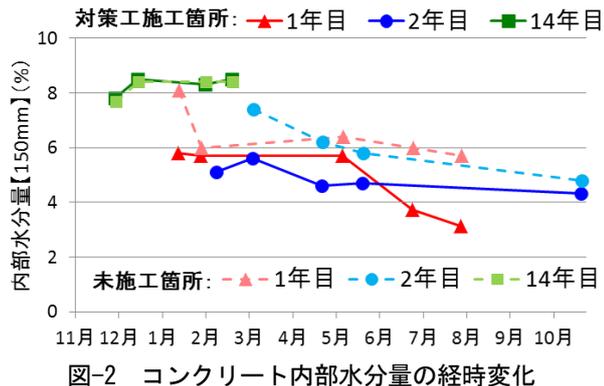


図-2 コンクリート内部水分量の経時変化

図-2より、補修当初の内部水分量は補修済箇所6%以下、未補修箇所7~8%と顕著な違いが見られたが、平成28年度の測定では、補修済・未補修箇所とも8.5%程度となり、内部水分量が補修の有無によらない結果となった。以上より、補修当初は止水効果が現れていたが、長期間経過することで何らかの要因により止水効果が低下する可能性があることを確認した。

また、補修後の細孔径分布推移を評価するため、補修後1~19年目の8高架橋からコアを採取し、細孔径分布分析を行った。同一高架橋の補修済箇所(軌道下、線間下)と未補修箇所(梁部)において、補修後1~3年目の4高架橋については表面からの深さ50mm位置での測定、補修後3~19年目の4高架橋については表面からの深さ50mm, 150mm位置での測定を行った。

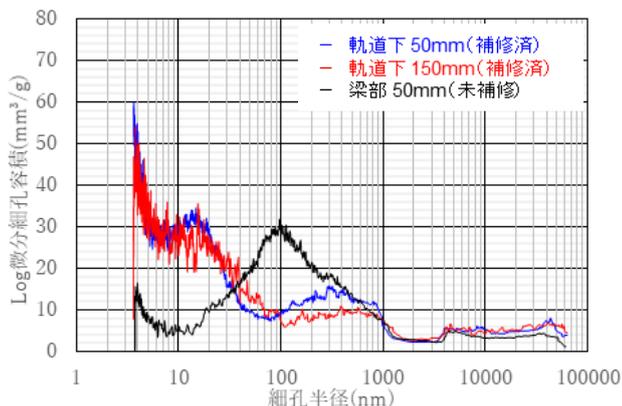


図-3 細孔径分布測定結果(補修後3年目)

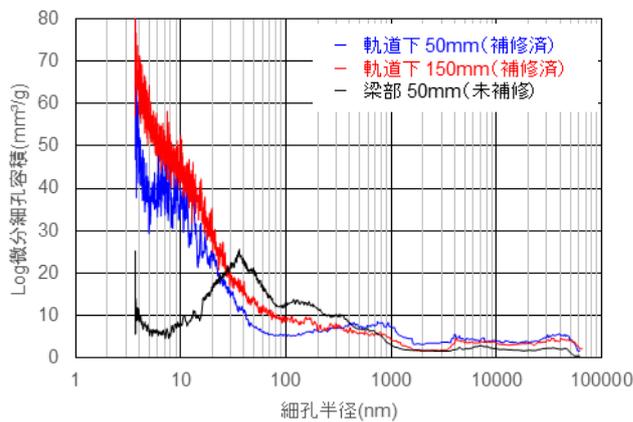


図-4 細孔径分布測定結果(補修後19年目)

図-3は補修後3年目、図-4は補修後19年目の細孔径分布の測定結果である。結果より、どちらも未補修箇所(梁部)よりも補修済箇所(軌道下)の細孔容積のピークがある細孔半径(以下、ピーク細孔半径)が小さくなっている。これは、対策工の施工により空隙等にセメント結晶が新たに生成し、組織構造を緻密化させたためと推察される。また、緻密化の傾向に深さ方向による差異は認められず、対策工の効果は深さ150mm位置まで確認できた。さらに、補修後3年目と19年目の補修済箇所でのピーク細孔半径を比較すると、経年が増すことでピーク細孔半径がより小さい方へ推移する傾向が見られた。このことから、現在の対策工は施工後10年以上継続的に効果を発揮し、コンクリートの緻密化に寄与しているものと考えられる。

5. まとめ

以上の検討により、確認した結果を以下に述べる。

- ① 水分量測定の結果より、現在の対策工は補修当初は止水効果を発揮するが、経年等により何らかの要因によって止水効果が低下する可能性が確認された。
 - ② 細孔径分布分析により、経年・深度を問わず補修済箇所の緻密化が確認された。また対策工は施工後10年以上継続的に、コンクリートの緻密化において効果を発揮していると推察される。
- ①, ②が矛盾する結果となった原因については、施工当時の工区や施工材料、桁形式の違い等による影響があると考えられる。現時点では原因は定かでないため、詳細な調査を検討したい。また、今後は対策工の有無による残存膨張量の差異を確認する等、現在の対策工のASR抑制効果に関するさらなる検証が必要となる。引き続き、効果的な維持管理方法の検討を行っていく。