

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）。これまでも数々の対策工を試みてきたが、抜本的な対策には至っていなかった。また道路橋においては、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。これらを踏まえ、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、今後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、調査及び対策を継続的に実施していく中で、今後の維持管理方法について検討を行っている。

今回、これまでの調査内容および調査結果、対策工の効果について検討した結果を報告する。



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%で阿賀野川産の骨材が使用されていることである。阿賀野川産の骨材には、反応性珪物が含まれていることが確認されている。

2 点目は、冬期間の消雪のための散水である。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ため、散水消雪区間のコンクリートは、冬期間は常に湿潤状態となる。コンクリート中に水分が供給されることで ASR ゲルの吸水膨張が促進され、変状が進行したと考えられる。

上記2点の原因が重なった結果、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・進行が顕著となったと推察される。

3. 調査内容・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、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に変色する現象が挙げられる。目視調査では、散水期間（12～3月）のスラブ下面の変色程度を目視によって確認し、変色程度がスラブ面積の 50%以上の場合 I ランク、50%未満の場合 II ランクと判定する（以下、一次調査）（写真-2）。I ランクと判定された箇所については、4～6月に再度目視調査を行う（以下、二次調査）。これは、散水終了後の時期に ASR による生成物と思われる白色析出物（写真-3）が発生するためである。また二次調査では、一次調査で汚れ等により I ランクとした誤判定を修正することも目的としている。



写真-2 一次調査時の状態



写真-3 二次調査時の状態

二次調査では、白色析出物がスラブ面積の 50%以上発生していれば I ランク、50%未満であれば II ランクと判定する。一次および二次調査で I ランクと判定された箇所は要補修箇所と判断している。要補修箇所については、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、I ランクは減少傾向にある。

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、目視調査以外に縦断測量を継続的に実施している。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 年の補修後は変位が抑制される傾向が確認できる。

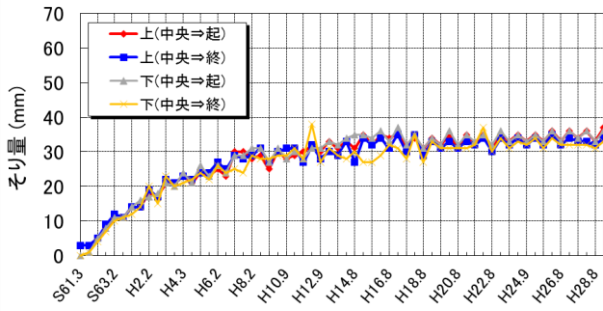


図-1 縦断測量結果

また、列車の走行安全性の確認を目的とし、補修後の高架橋でたわみ測定を実施した。結果、たわみ量は最大 0.9mm となった。当社が乗り心地の照査に用いている 17.6mm という限界値を下回っていることから、現時点で走行安全性には問題がないことが確認できた。

4. 対策工の効果確認

対策工の効果について確認するため、平成 16 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。

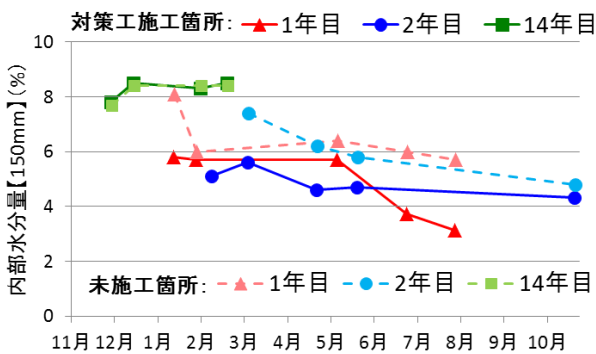


図-2 水分量測定結果

図-2 より、補修当初の内部水分量は対策工施工箇所 6% 以下、未施工箇所 7~8% と顕著な違いが見られたが、平成 28 年度の測定では、施工・未施工箇所とも 8.5% 程度となり、内部水分量が対策工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。

対策工施工初期の止水効果について定量的に評価するため、補修後 1, 3 年目の 4 高架橋からコアを採取し、細孔径分布分析を行った。同一高架橋の対策工施工箇所（軌道下、線間下）と未施工箇所（梁部）において、いずれも表面からの深さ 50mm の位置での比較を行った。

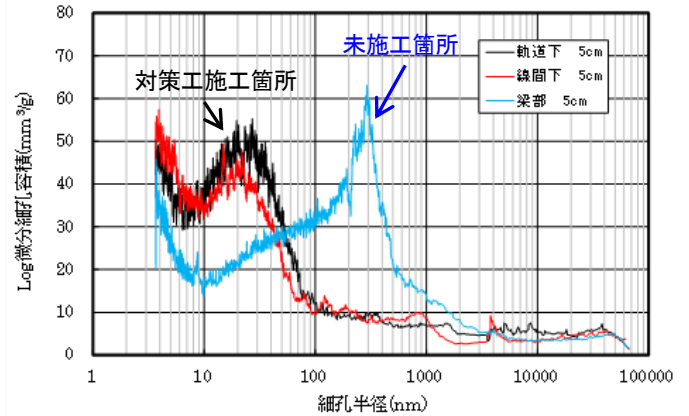


図-3 細孔径分布測定結果

図-3 は、補修後 3 年目の同一高架橋の細孔径分布の測定結果である。未施工箇所（梁部）の細孔径ピークが 100~1,000nm であるのに対し、対策工施工箇所（軌道下、線間下）の細孔径ピークは 100nm 以下となっており、施工箇所（軌道下、線間下）ではコンクリートが緻密になっていることが確認された。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。

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 縦断測量及びたわみ測定の結果より、現時点での変状は走行安全性に影響は及ぼさない。
- ② 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効果が低下する可能性が確認された。
- ③ 細孔径分布分析により、対策工施工箇所の緻密化について定量的に確認できた。

対策工の効果にばらつきが見られる点については、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、今後は補修から長期間経過した高架橋での細孔径分布分析を行う等、現在の対策工の効果持続性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。