

富山産河川砂利のアルカリシリカ反応性と外来塩分環境下での ASR 劣化橋梁の特徴

金沢大学大学院自然科学研究科 学生会員 ○津田 誠
アルスコンサルタンツ (株) 正会員 麻田 正弘
金沢大学 理工研究域 正会員 鳥居 和之

1. はじめに

石川県の能登地方では安山岩砕石を使用したコンクリートで深刻なアルカリシリカ反応（以下、ASRと記す）による劣化が発生している。また、わが国のASR抑制対策は、アルカリ総量規制値（3kg/m³）を基本に据えているが、骨材から溶出したアルカリの影響により、ASRが長期にわたり進行する場合があることも指摘されている。

その一方で、塩害環境下のPC橋のASR劣化事例の報告は少なく、対策工法も確立されていないのが現状であり、当該地域ごとに、使用する骨材にあった抑制対策のルール作りを行い、ASRによる劣化の発生リスクを抑制した、コンクリート構造物を構築することが重要であると考えている。

本研究では、ASRにより劣化した、2橋のPC橋において詳細点検結果および使用環境条件によりASR劣化度の特徴を調査し、それらの関連性について検討した結果および補修方法について報告する。

2. 調査内容の概要

2. 1 調査位置および使用骨材の供給状況

調査対象地域および安山岩の分布状況とコンクリート用骨材の供給経路を図-1に示す。調査対象の橋梁は図-1のA、Bに位置しており、それぞれA橋B橋とし、両橋ともコンクリートには富山県産の河川産砂利（庄川、神通川など）が用いられており、ポストテンション方式のA橋の骨材はAに位置する、港より荷揚げされ、同地区にあるレディーミクストコンクリート工場より供給されたものと考えられる。対象の2橋とも海岸沿いに位置しており、塩害対策区分のSに該当し、供用後40年経過している。

2. 2 調査対象橋梁の概要と調査項目

調査対象橋梁の概要を表-1に示す。調査項目および調査手法を表-2に示す。対象構造物には表面被覆工や、床板表面の防水層は未施工であった。

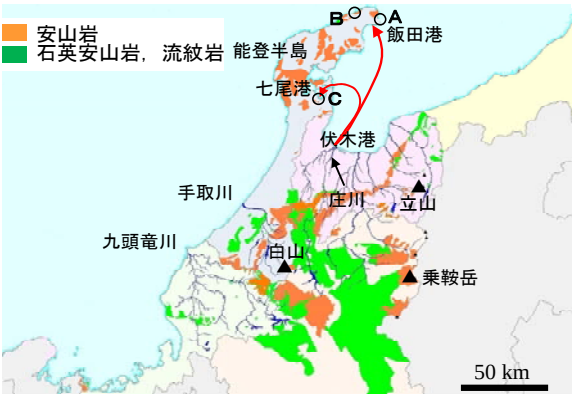


図-1 調査対象地域と骨材の供給経路

表-1 調査対象橋梁の概要

位置	構造物種類	立地条件 塩害対策区分	完成年	経過年	骨材産地
A	ポストテンション PC橋	内湾側 S	S44	44	富山県 庄川産
B	プレテンション PC橋	外浦側 S	S45	43	Cで製作
C	プレキャスト トPC橋工場	内湾側 S	—	—	富山県 庄川産

表-2 調査項目および調査手法

項 目	調査手法等
外観変状調査	目視
岩石学的調査	顕微鏡観察
力学的試験	圧縮強度・静弾性係数試験
残存膨張量試験	デンマーク・カナダ法
塩化物含有量試験	硝酸銀滴定法



写真-1 A橋の外観状況



写真-2 B橋の外観状況

キーワード ASR, PC 橋, 塩化物イオン, ひび割れ, 点検

連絡先 〒920-1192 石川県金沢市角間町 金沢大学大学院自然科学研究科 TEL 076-234-6823

3. 結果および考察

3. 1 外観・岩石学的調査結果

対象 PC 橋の劣化状況を写真-1, 2 に示す。外浦側に位置する B 橋の下フランジ部に橋軸方向にひび割れが発生しさらに、錆汁も点在して観察されたのに対し、A 橋にはひび割れ幅 0.2mm を超えるひび割れはほとんど見られなかった。

A 橋の東側に海岸があるのに対し、B 橋は西側に海岸がある。図-2 に示すとおり、当該地方では西および北西方向の風向が卓越していた。

写真-3 に示すとおり、ASR 劣化が進んでいると考えられている B 橋をゲルフルオレッセンス法¹⁾にて観察結果、ASR による生成されたゲルの発光が確認された。

3. 2 力学的・化学的試験結果

圧縮強度および静弾性係数の試験結果を図-3 に示す。ASR 劣化が卓越しているおり、ひび割れが多く見られた B 橋において、健全なコンクリートでの弾性係数に比較して、約 5 割程度の弾性係数であり、ASR の影響により大きく低下していることが分かった。図-4 に示すとおり、風向が卓越している西面に海岸がある B 橋において、4kg/m³ を超える高い濃度の塩化物イオンが検出され、高い塩化物イオン濃度が ASR 劣化を促進させたものと考えられる。

図-5 より、A 橋の 14 日での膨張率が 0.1% を上回るため、膨張するポテンシャルが残っているが、塩分の影響が少なく、そのため B 橋と比較し ASR による劣化の程度は軽微であったと推測される。

A 橋および B 橋は写真-5 のとおり、断面修復、ひび割れ注入ならびに表面含浸工法を実施し、さらに、橋面防水を行い、現在再劣化はない状況である。

4. まとめ

同一な施工時期でかつ同じ産地の骨材を使用した異なる環境にある 2 つの橋梁を調査した結果、ASR 劣化には明確な差が生じていた。この理由として、海岸からの飛来塩分の影響が大きく、卓越した風向にある橋梁において塩化物の濃縮量が多く、ASR を促進させていた。

参考文献

1) 参納千夏男, 丸山達也, 山戸博晃, 鳥居和之: ゲルフルオレッセンス法による ASR 簡易診断手法の開発, コンクリート工学年次論文集, Vol.35, No.1, pp.973-978, 2013

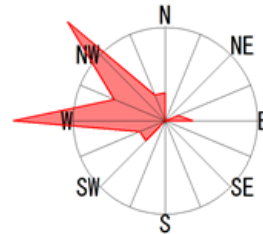


図-2 最大風速時の風向図

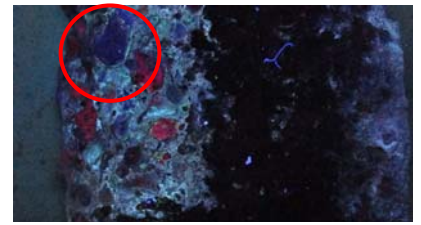


写真-3 ゲルフルオレッセンス法によるゲルの発光状況

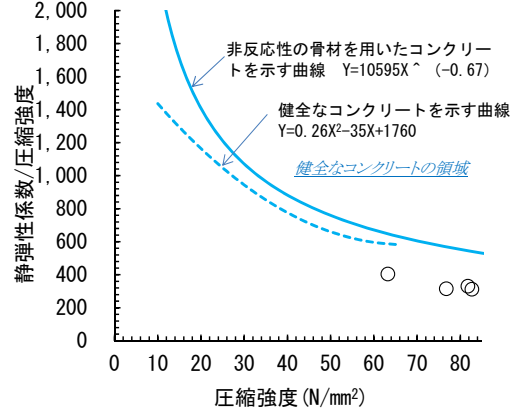


図-3 B 橋の圧縮強度・静弾性係数の試験結果

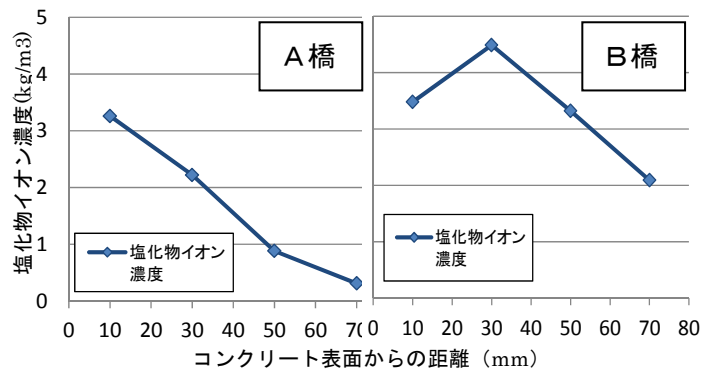


図-4 橋梁上部構造での塩化物イオン濃度

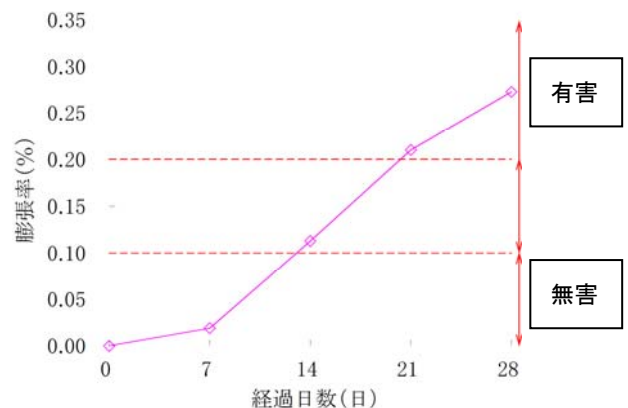


図-5 A 橋の残存膨張量試験結果 (カナダ法)



写真-4 B 橋の補修完了後状況