

鉄道 PC 橋梁のアルカリ骨材反応による変状と対策

九州旅客鉄道(株) 正会員 ○田中 宏幸
正会員 瀧口 将志
正会員 末松 史朗

1. はじめに

アルカリ骨材反応(以下 ASR) による影響を受けた構造物は、架設後数年経過した後にコンクリートのひび割れ発生という形で劣化が顕在化し、その後長期にわたって進行するのが一般的である。ASR の進行に及ぼす要因は多岐にわたるため、ASR の影響が確認された構造物では長期にわたる維持管理が重要となる。本稿では、同一採石場の骨材を用いて、同一駅間に同時期に架設された鉄道 PC 下路桁 3 橋梁に着目し、ASR による変状の対策、劣化状況の比較など、変状発生後の経過について報告することとする。

2. 初期変状の状況および対策

今回取り上げる橋梁(A 橋梁・B 橋梁・C 橋梁)は S46 ~47 年にかけて竣工した単線構造の PC 下路桁である(図-1)。S59 年に調査した際、桁天端・ウェブ側面に橋軸方向にひびわれが数多く発生が確認されたことから、詳細調査(S60~62 年)を行なった結果(表-1)、これらの橋梁に生じている変状は ASR によるものと判断された。

この変状の進行を抑制する対策として、図-1 に示すコンクリート中への水の供給を抑える防水工が橋梁別に施工された。A 橋梁については桁天端・ウェブ側面に塗膜で防水するライニング工とライニング工より変状追従性に優れる CFRP 工を 1m 交互に施工し、一部箇所には撥水性を有する含浸防水工を施工している。B 橋梁についてはライニング工を、C 橋梁については CFRP 工を桁天端・ウェブ側面にそれぞれ補修箇所全面に施工している。

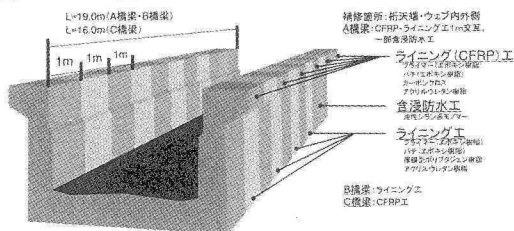


図-1 橋梁および補修工概要

表-1 主な調査結果

使用骨材	輝石安山岩
骨材潜在反応性	有害
促進膨張試験	3ヶ月最大0.09%膨張
アルカリ量(Na_2O 換算)	3.5kg/m ³

3. 対策後の状況

(1) 外観調査

図-2 には補修後 17 年経過した A 橋梁のウェブ内側上部の状況を示す。ライニング工施工箇所は膨張に対する塗膜の変状追従性が劣り、経年と共に塗膜の大部分が破断した。この箇所の防水性能劣化により、CFRP 工・含浸防水工施工箇所にも変状が見られるようになったことから、補修の効用が失われていると判断し、補修を全て除去した。B 橋梁は補修箇所すべてライニング工であるために、A 橋梁より早期に塗膜破断が進行した。C 橋梁については補修部に浮き等が見られず、防水性能を保っていると考えられる。

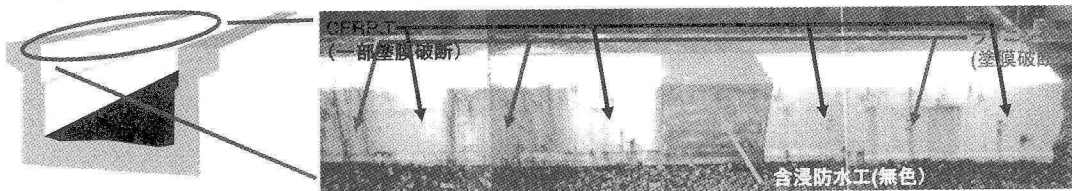


図-2 A 橋梁ウェブ内側上部状況(補修後 17 年経過時)

(2) 圧縮強度・弾性係数の変化

図-3 にはシュミットハンマによって測定した主桁中央上部の圧縮強度の変化を示す。塗膜の浮き等により数値のばらつきが大きい、目立った低下は見られず、また橋梁別の変化は見られない。ASR による影

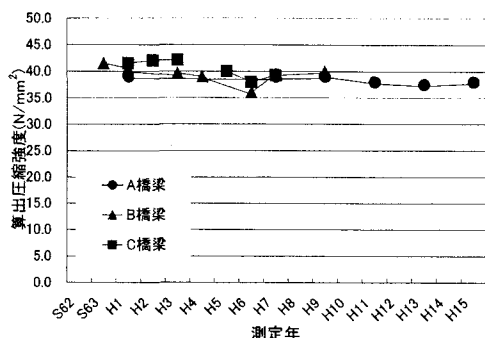


図-3 圧縮強度の変化(主桁中央上部)

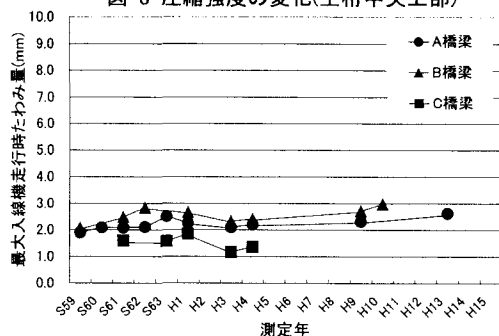


図-5 列車走行時桁たわみ量の変化

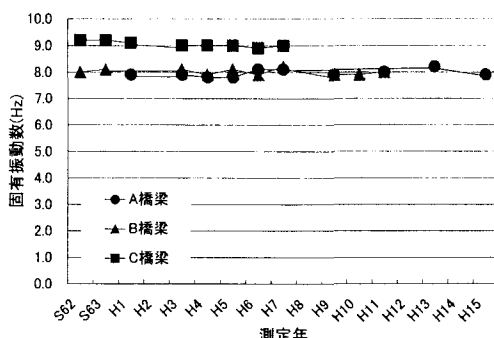


図-4 桁固有振動数の変化

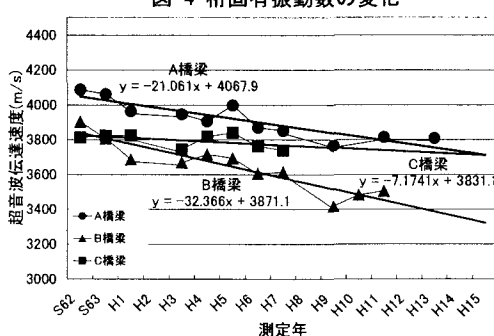


図-6 超音波伝播速度の変化

響を受けたコンクリートでは、圧縮強度に対し弾性係数の減少が顕著であり、その変化が圧縮強度よりも弾性係数に鋭敏に現れることが知られている。弾性係数は桁の固有振動数(図-4)、列車走行時桁たわみ量(図-5)、コンクリート中の超音波伝播速度(図-6)から算出できる。桁の固有振動数、たわみ量は大きな変化がなく、軌道等を含めた構造物としての弾性係数の低下はみられないが、超音波伝播速度は経年と共に低下しており、コンクリートの弾性係数は低下している。また伝播速度の低下程度は、早期に防水性能を失ったB橋梁の低下が一番大きく、続いてA橋梁、C橋梁の順となっており、補修の防水効果と関係があると言える。

4. 再補修による対策

以上の調査の結果から、補修の防水効果により ASR の進行に差が生じているが、最大ひびわれが 2mm、桁たわみ量も許容値に比べ十分小さい値を示しており、現状のところ PC 鋼棒破断といったような重大な変状に伴う大きいひびわれや、各種数値の低下は3橋梁とも見られていない。しかしながら ASR の収束傾向も見られないため、反応を抑制しなければ今後さらにひびわれが深度化し、鉄筋腐食等から重大な変状につながる恐れがある。よって ASR 抑制を目的とした補修として、補修の効果が失われた A 橋梁・B 橋梁についてはセメント系ひびわれ注入および水性シラン系含浸材を用いた防水工を実施している。C 橋梁については現在防水工に変状が見られないことから ASR を抑制できていると思われるが、骨材の反応が抑制されていることから残存膨張は A 橋梁・B 橋梁より大きいものと推測でき、防水性能が劣化すれば変状が大きく進行することが考えられる。よって補修面の状況を監視し、変状が見られれば直ちに補修を行い、防水効果を維持していく。今後とも健全に維持するための適切な処置を講じていきたい。

参考文献：

- 1) コンクリート標準示方書維持管理編：土木学会，2001
- 2) コンクリート診断技術'03「基礎編」：日本コンクリート協会，2003
- 3) 土門勝司、守屋進、益田豊、多記徹：各種補修工法によるアルカリ骨材反応抑制効果に関する実験的検討
コンクリート工学年次論文集，VOL23，No.1，pp409-414，2001