

表面補修による ASR 構造物の膨張抑制効果

九州工業大学院

学生会員 三浦正嗣

九州工業大学

正会員 幸左賢二

阪神高速道路株式会社

正会員 松本 茂

住友大阪セメント株式会社

正会員 草野昌夫

1. はじめに

本検討は、アルカリ骨材反応 (ASR) を生じた実構造物の補修効果を検証することを目的とし、関西地区の ASR 橋脚 12 基 (供用年数 33~37 年) を対象として経年的な調査データの分析を行った。図-1 に検討フローを示す。検討データは 1) 外観のひび割れ密度、2) 測線の膨張量とし、補修前後での劣化進展を比較することで ASR 橋脚の補修効果を評価した。

2. 対象橋脚と調査概要

分析対象は、関西地区の ASR 橋脚 87 基である。ASR 橋脚 87 基の中でも損傷度が比較的大きく、管理上特に注意を要する橋脚は 31 基存在する。本稿での検討対象は、それら 31 基の中でも、補修効果の評価を行うために、竣工年・補修がほぼ同時期に施工されている橋脚 12 基とした。

橋脚 12 基の調査方法を以下に示す。

1) 外観のひび割れは、補修時に点検車等による接近目視によって調査されており、図-2 に示すようなひび割れ注入が可能な幅 0.2 mm 以上のひび割れ分布図が作成されている。

2) 測線の膨張量は、コンタクトストレングージ (検長 300 mm, 測定精度 1/1000 mm) を用いて、80~159 測点が補修後から毎年計測されている。

3. 分析結果および考察

3.1 外観のひび割れ密度 (12 基)

図-2 に損傷が特に大きかった橋脚 E の外観のひび割れ調査例を示す。図より、竣工後 7 年では ASR 特有の亀甲状のひび割れが確認され、梁部主鉄筋方向に沿って最大幅 2.0 mm のひび割れが発生していた。そこで、このような外観のひび割れ損傷度を評価するために、累積ひび割れ密度の算出 (ひび割れ総延長 ÷ 対象面積) を行った。算出方法は、経年的な劣化進展を表すために、補修後に発生したひび割れ密度を累積している。

図-3 に橋脚 12 基の累積ひび割れ密度の経年変化を示す。図中のプロットは各橋脚の補修実施時期および補修材種別を示している。図より、橋脚 12 基の累積ひび割れ密度最終値の平均は 2.1 m/m^2 となった。この平均 2.1 m/m^2 を越える橋脚 7 基は、1 度目の補修が実施された竣工後 8 年程度までにひび割れ密度が大きく進展し、その後は漸増していく傾向が認められた。一方、平均 2.1 m/m^2 以下となる橋脚 5 基では、21 年間で累積ひび割れ密度は 1 m/m^2 以下と小さいが、ひび割れ密度の進展はほぼ線形的に増加している傾向が認められた。ここで、補修前後での累積ひび割れ密度の進展量を比較するために、竣工から 1 度目の補修までの約 8 年と、その後再補修が実施されるまでの約 14 年間の 2 つの期間に分類して比較を行った。

図-4 に補修前後の年間進展量を示す。図より、まず、ひび割れの進展が大きい橋脚 7 基は、補修以降の累積ひび割れ密度の年間進展量が 0.1

目的

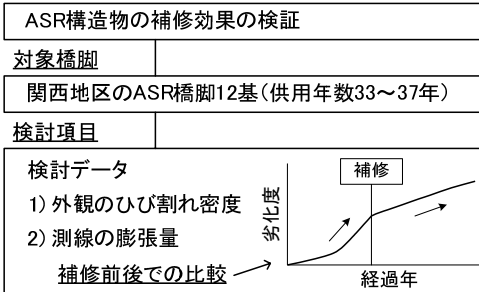


図-1 検討フロー

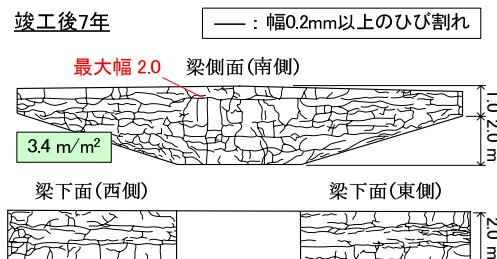


図-2 外観のひび割れ調査例 (橋脚 E)

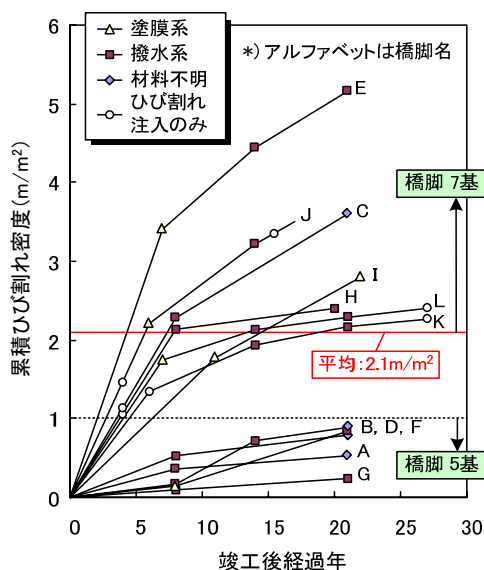


図-3 累積ひび割れ密度 (12 基)

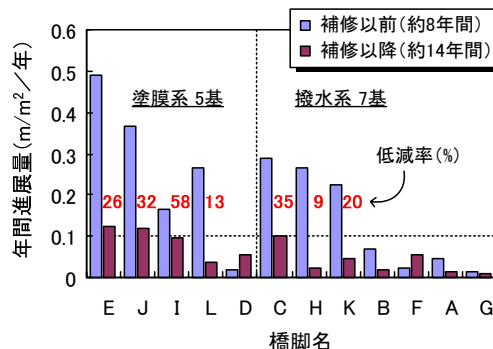


図-4 補修前後の年間進展量

m/m^2 /年程度、もしくはそれ以下に低減している。これは、補修前と比較すると9～58%に低減しており、補修によってひび割れの進展速度が抑制されている可能性が示された。次に、ひび割れの進展が比較的小さい橋脚5基は、補修実施の前後で累積ひび割れ密度の年間進展量がともに 0.1 m/m^2 /年以下と小さい傾向が得られた。

3.2 測線の膨張量 (9基)

図-5に測線の膨張量算出手法を示す。図に示すとおり、膨張量の算出は、橋脚の梁部を $0.5 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}$ のメッシュに分割し、各メッシュ単位で平均ひび割れ幅を詳細に計測している損傷図を使用した。算出方法は、竣工からの膨張量を把握するために、点検開始までの未計測期間をひび割れ幅データで算出し、点検開始後はコンタクトストレングスの値を用いて算出している。しかし、比較的精度良くひび割れ幅が確認できる損傷図は、橋脚12基のうち9基において収集できた。したがって、詳細なひび割れ損傷図を有しない橋脚J, K, Lの3基を除き、残りの橋脚9基を対象としている。

図-6に代表して橋脚Eの測線の膨張量の経年変化を示す。測線位置は梁部の側面と下面でそれぞれスターラップ方向の2測線のデータを示している。図より、膨張量は梁部の側面より下面の方が大きくなっており、梁下面の東側では最大 6200×10^{-6} まで膨張が進展している。このような傾向は他の橋脚でも同様に確認されており、梁下面の再劣化が大きい要因としては、梁端部からの漏水による水分の供給の影響等が考えられる。

図-7に橋脚9基の測線の膨張量の経年変化を示す。データは全て梁側面と梁下面の平均値をプロットしている。図より、膨張量 1000×10^{-6} を劣化度の閾値とすると、膨張が大きく進展した橋脚4基と、膨張が比較的小さい橋脚5基に分類された。これは、累積ひび割れ密度の検討(図-3)で分類した橋脚群と対応している。膨張の進展が大きい橋脚4基には、補修後もほぼ線形的に膨張が進展している橋脚2基(橋脚E, I)と、膨張の進展が抑制されている橋脚2基(橋脚C, H)が認められた。一方、膨張が比較的小さい橋脚5基は、補修実施時では局部的にひび割れが発生していた影響からあまり膨張が進展していないが、補修後4年では膨張が 500×10^{-6} 程度進展し、その後は膨張の進展がほぼ横ばいになる傾向が認められた。ここで、累積ひび割れ密度と同様に、補修以前の約8年間と、補修以降の約14年間の2つの期間に分類して比較を行った。

図-8に補修前後の年間膨張量を示す。図より、まず、膨張の進展が大きい橋脚4基は、補修以降の測線の年間膨張量が補修前に対して38～89%に低減している。次に、膨張が比較的小さい橋脚5基は、補修実施の前後で測線の年間膨張量が 50×10^{-6} /年以下と小さい傾向となった。

4. まとめ

- (1) 外観のひび割れを検討した橋脚12基の結果より、補修以降の累積ひび割れ密度の年間進展量は、補修前に対して9～58%に低減しており、補修によってひび割れの進展速度が抑制されている可能性が示された。
- (2) 測線の膨張量を検討した橋脚9基の結果より、補修以降の測線の年間膨張量は補修前に対して38～89%に低減する結果が得られた。

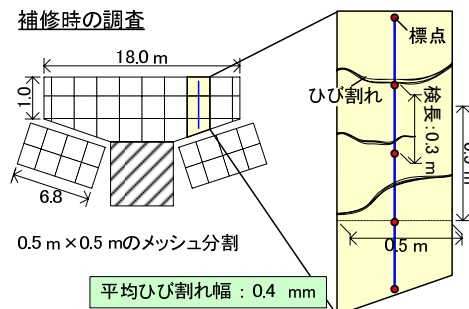


図-5 測線の膨張量算出方法

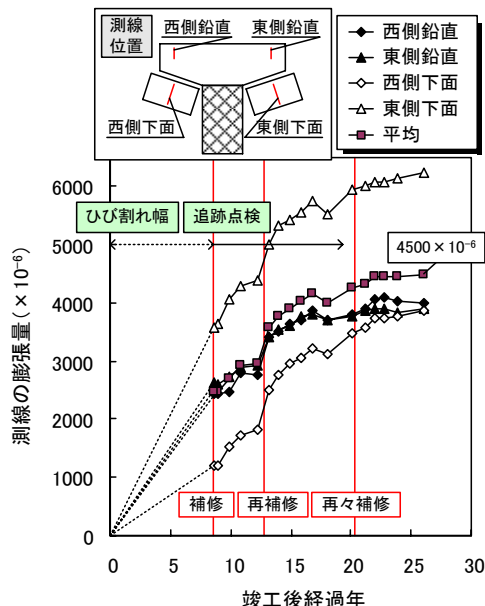


図-6 測線の膨張量 (E橋脚)

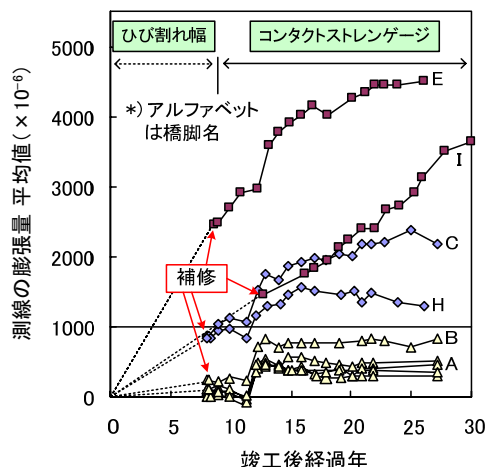


図-7 測線の膨張量 (9基)

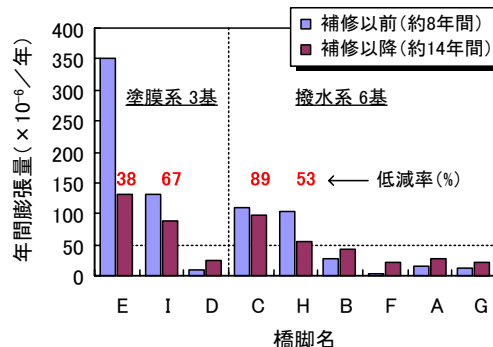


図-8 補修前後の年間膨張量