

凍結防止剤散布下における ASR による再劣化後の補修対策について

金沢大学大学院 学生会員 ○菊池創太 金沢大学 正会員 久保善司

1. はじめに

石川県能登地方にはアルカリシリカ反応 (ASR) を生じた構造物が多く存在しており、劣化した構造物の維持管理が課題となっている。他方、この地域には冬季に凍結防止剤が散布されており、ASR との複合劣化の恐れがある構造物も数多く存在している。これらの構造物では、ASR によるひび割れによって水分および塩化物イオンが供給されやすくなり、凍結防止剤による塩害を助長する可能性がある¹⁾。また、塗膜処理を行った場合でも、ASR 膨張によって塗膜に再びひび割れが生じ、塩化物イオンなどの劣化因子の侵入によって劣化を複雑化することが懸念される²⁾。本研究では、凍結防止剤の散布下にあり、かつ補修対策後の ASR 膨張による再劣化を生じた橋梁地覆部に対し、ひび割れ注入および表面含浸材の塗布を行い、その補修効果について検討した。

2. 対象構造物と調査概要

調査対象は、能登地方の中部に位置する橋梁の地覆部 4 面 (A 面～D 面) である。橋梁の概要を図-1 に示す。地覆部には、1997 年に ASR 対策としてひび割れ注入が行われ、さらに A、B 面には表面被覆のみが、C、D 面には約 5cm 厚の断面修復と表面被覆の併用が行われた。その後、ASR 膨張が進行し、塗膜にひび割れが生じ、一部からは錆汁が見られた。

2016 年 11 月に各地覆側面を 4 区間 (塗膜, 含浸 1, 無処理, 含浸 2) に区分けし、塗膜部以外は塗膜を除去した。塗膜除去部に対し、試験施工として、ひび割れ注入および含浸材塗布を行った。試験施工概要および調査項目を表-1 および表-2 にそれぞれ示す。

3. 事前調査結果

(1)腐食グレード 主筋の腐食グレードは概ね II であった。配力筋の腐食グレードは III, IV に達したものもあり、主筋よりも腐食が進行していた。また、C, D 面の配力筋は A, B 面より若干腐食が抑制される傾向にあった。C, D 面の配力筋は断面修復材中にあり、断面修復材によって再膨張によるひび割れの進行が抑制されたためと考えられる。

(2)塩化物イオン濃度の浸透 塩化物イオン濃度は、

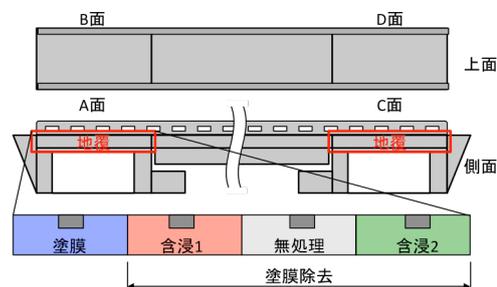


図-1 橋梁概要

表-1 試験施工の概要

	ひび割れ注入	表面含浸材		含浸材の主成分
		含浸1	含浸2	
A面	超微粒子セメント	a	b	a: アルキルアルコキシシラン b: シラン・シロキサン c: オクテトリエトキシシラン d: アルコキシシラン
B面	超微粒子セメント	c	d	
C面	LiNO ₃ + 超微粒子セメント	c	d	
D面	LiNO ₃ + 超微粒子セメント	a	b	

表-2 調査内容

調査項目	内容
腐食グレード	主筋・配力筋をはつり出し、腐食グレードを確認
塩化物イオンの浸透	各面から6箇所ずつ、1～9cm深さまで2cmごとにドリル試料採取、塩分分析 また、はつり部に硝酸銀溶液を噴霧
水分率	表面: 高周波型表面水分率計で測定 内部: 電気抵抗式水分計で、2, 4, 7cm深さを測定
自然電位	はつり部の主筋・配力筋にコードを接続、携帯型腐食診断機で測定

いずれも深さにかかわらず 0.3kg/m³ 以下であり、腐食発生限界濃度より大幅に少なかった。硝酸銀法による塩分浸透深さはいずれの箇所でも 0cm であった。

4. 対策効果の検討

(1)水分率 補修施工時と補修 9 ヶ月後の表面水分率を図-2 に示す。表面水分率は、処理の有無にかかわらず、減少傾向を示した。塗膜除去によって表面近傍の乾燥が進行したものと考えられる。

補修 9 ヶ月後の水分率分布を図-3 に示す。いずれの面においても深さ 7cm の水分率が 6～8% と高かった。地覆上面および背面 (車道側) には表面被覆がされていたものの、幅 1mm 以上のひび割れが地覆に沿って発生しており、補修対策以前においてはこれらの水分供給の影響は不明であったが、深さ 7cm の

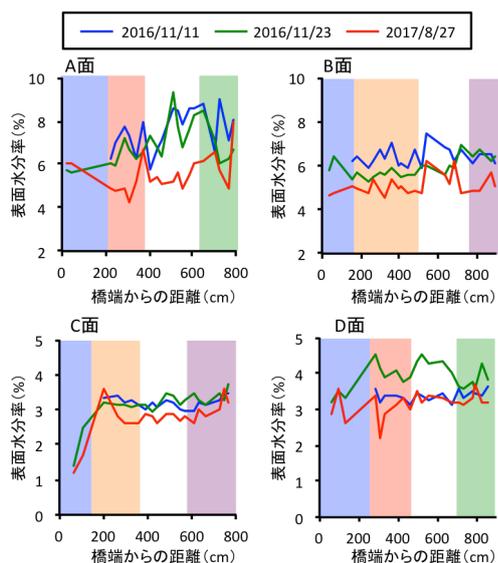


図-2 表面水分率

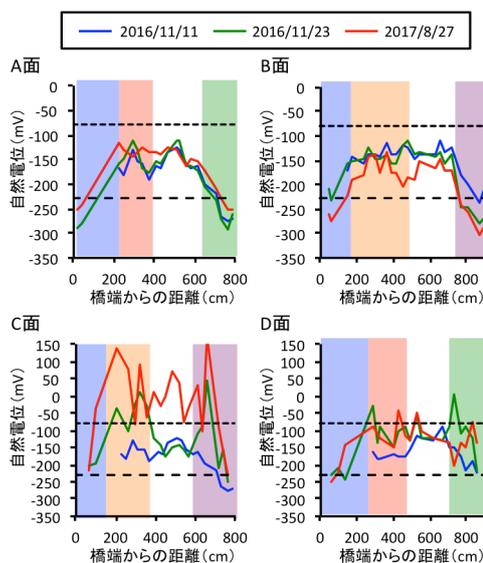


図-4 自然電位

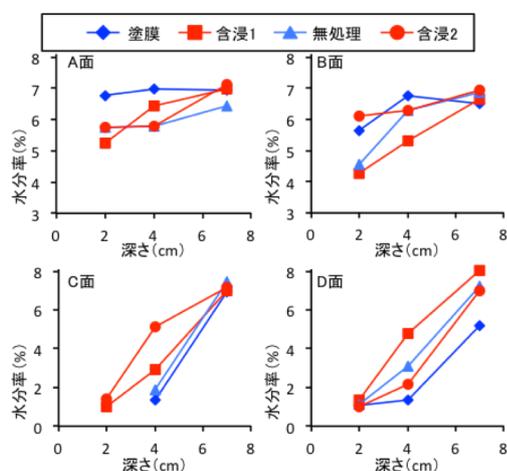


図-3 内部水分率分布

水分率がいずれのものでも高い含水状態にあることから、背面からの水分供給の影響を受けているものと考えられる。また、C,D面の7cm深さの水分率はA,B面よりも若干高かった。背面からの水分が断面修復材によって逸散が妨げられ、A,B面よりも水分が滞留している可能性が示唆された。他方、いずれの面においても、表面近傍の水分率は小さく、塗膜除去あるいは含浸材の効果によって乾燥が進行していた。なおC,D面の表面付近は断面修復材であり、水分率測定値の補正が必要である可能性が高い。

(2)自然電位 補修施工時と補修9ヶ月後の自然電位を図-4に示す。補修施工時には、自然電位は概ね不確定領域を示すものが多かった。自然電位がそれほど卑側でないのは、塩化物イオンの浸透量が小さいことによるものと考えられる。端部では電位が低い傾向が見られたが、継手付近の損傷程度は他の箇所

よりも大きい傾向にあり、漏水等による水分供給が他の箇所よりも大きかったためと考えられる。

補修後の自然電位に着目すると、A,B面では、含浸部でも貴側への回復が見られない箇所があった。4.(1)で述べたように、背面からの水分供給の影響によるものと考えられる。他方、C,D面では、無処理部においても電位回復が見られた。これは亜硝酸系防錆剤をひび割れに注入したことによって、腐食しにくい環境になったものと考えられる。

4. まとめ

補修時点ではその影響が不明であったが、背面からの水分供給は大きいことが明らかとなった。そのため、顕著な補修効果は現時点では認められなかったものの、短期間であるため、追跡調査でその効果程度を明らかにする必要がある。

謝辞 本研究は、SIP「インフラ維持管理・更新マネジメント技術」の支援の元を実施した。研究実施にあたり、極東興和(株)、旭化成ジオテック(株)、大同塗料(株)、住友大阪セメント(株)、BASF ジャパン(株)の関係各社にご協力頂いた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 久保善司, 矢野峻規, 菊池徹, 石川裕一: 凍結防止剤の影響を受けた ASR 劣化構造物中における鉄筋腐食について, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, Vol.15, pp.541-546, 2015
- 久保善司, 菊池創太: ASR 膨張により変状を生じた表面保護工の補修性能の検証について, 土木学会第 72 回年次学術講演会, pp.903-904, 2017