

凍結防止剤散布下の ASR 劣化橋梁に対する補修と電位モニタリングについて

前田建設工業 正会員 ○菊池 創太 金沢大学 正会員 久保 善司

1. はじめに

寒冷積雪地域においては、冬季の車両走行の安全性を確保するため凍結防止剤が散布される。同地域においてアルカリ骨材反応(ASR)を生じた場合、凍結防止剤によって ASR が促進されるとともに、塩害による鉄筋腐食が生じることがある¹⁾。著者らは、凍結防止剤散布下において、補修後、ASR 膨張により再劣化を生じた橋脚橋梁地覆部を対象とし、再劣化後の塩分浸透、表面被覆下のひび割れ性状、鉄筋腐食状況などを調査し、変状を生じた表面保護工の補修性能の検証を実施した²⁾。本研究では、対象地覆部の塗膜除去後に実施したひび割れ注入および表面含浸工法の補修効果の検討を行うこととした。

2. 検討対象と調査概要

検討対象は、能登地方中部にある橋梁地覆部 4 面(A～D 面)である。ASR 補修対策として、1997 年に側面にひび割れ注入と表面被覆が行われ、C,D 面には加えて厚さ 50～70mm の断面修復が行われた。補修後、塗膜にひび割れを生じ、ひび割れの一部からは錆汁が見られたなど、ASR 膨張によって再劣化を生じた。また、地覆背面(車道)側にも幅 1mm 以上のひび割れが生じていた。検討対象の概要を図-1 に示す。

再劣化後の新たに実施した補修の概要を表-1 に、測定項目を表-2 に示す。2016 年 11 月に、各地覆を 4 区画に分割し、塗膜部以外の 3 区画の塗膜を除去した。その後、全区画にひび割れ注入(C,D 面には加えて亜硝酸リチウムの注入)を行い、含浸部にはシラン系表面含浸を行った。測定の前後で水分率を測定をし、また、2016 年 12 月から自然電位のモニタリングを実施した。

3. 結果と考察

(1)表面水分率 補修施工時と補修9ヶ月後の表面水分率を図-2 に示す。A,B 面における表面水分率は、表面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。B 面においては含浸部の表面水分率低下が無処理

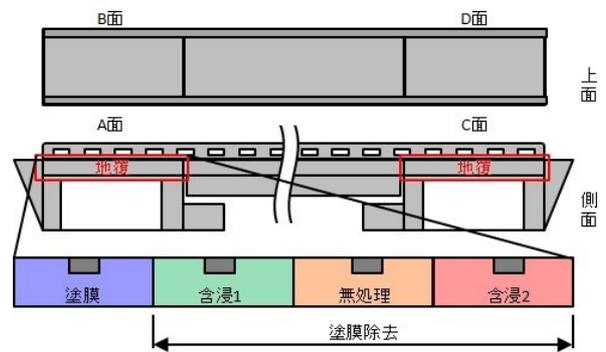


図-1 対象橋脚の概要

表-1 試験施工の概要

	ひび割れ注入	表面処理			
		塗膜部	含浸部1	無処理部	含浸部2
A面	超微粒子セメント	塗膜	a	無処理	b
B面	超微粒子セメント		c		d
C面	LiNO ₂ + 超微粒子セメント		c		d
D面	LiNO ₂ + 超微粒子セメント		a		b

含浸材の主成分 a:アルキルアルコキシシラン b:シラン・シロキサン
c:オクチルトリエトキシシラン d:アルコキシシラン

表-2 測定項目

調査項目	内容
表面水分率	高周波型表面水分率計で測定
内部水分率	電気抵抗式水分計を用い、2,4,7cm深さを測定
自然電位	配力筋近傍にチタンロッドを埋設し、チタンロッドと配力筋の電位差を2分おきに測定

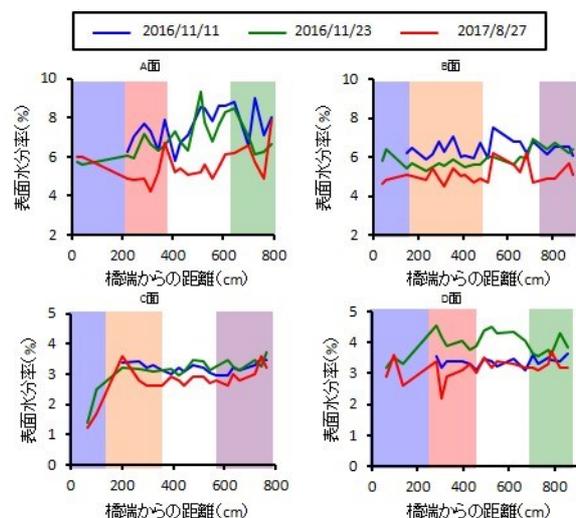


図-2 表面水分率

キーワード ASR, 凍結防止剤, ひび割れ変状, 補修効果, 自然電位, モニタリング

連絡先 〒920-1192 石川県金沢市角間町 金沢大学理工学域土木材料科学研究室 TEL 076-264-6365

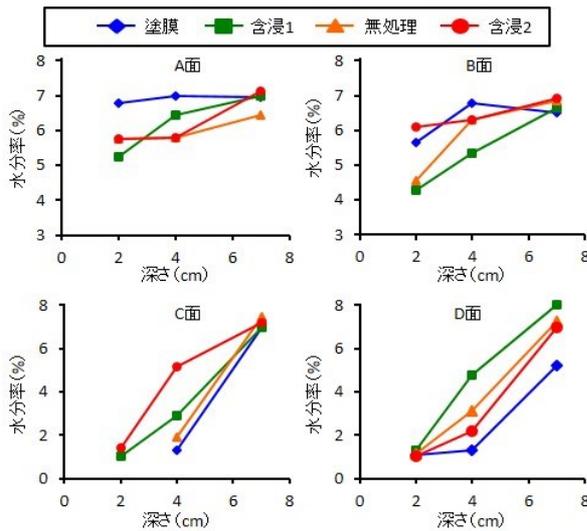


図-3 含水率分布

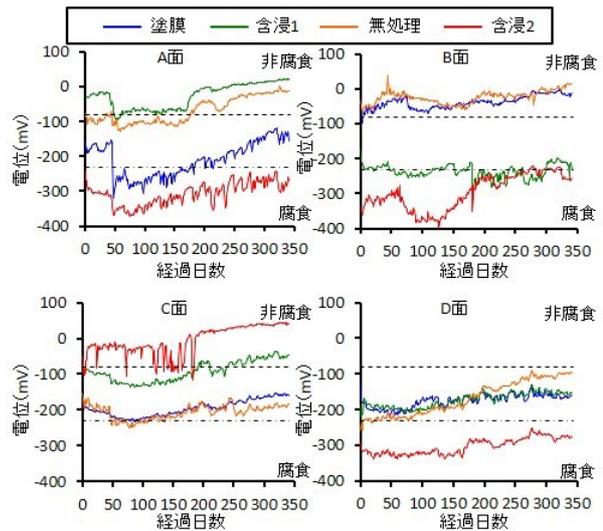


図-4 自然電位の経時変化

部より進んでいる箇所が見られた。C,D 面の表面水分率は、初期から低い値を示した。断面修復材の電気抵抗性がコンクリートと異なるためと考えられる。

(2)含水率分布 含水率水分率分布を図-3に示す。A,B 面においては、含浸部あるいは無処理部においては、塗膜部よりも、表面近傍4cm程度までの含水率は低い傾向にあった。塗膜の除去により表面近傍の乾燥が進行し、含水率が低下したものと考えられる。深さ7cmにおいてはいずれも表面近傍よりも含水率は高く、地覆背面(車道)側からの水分供給が大きく、これによって、塗膜除去あるいは含浸処理した場合でも、内部へと乾燥が進行しにくくなった可能性が高い。

(3)自然電位 自然電位のモニタリング結果を図-4に示す。ASTMによる腐食判定基準を黒線で図中に併せて示す。A,B 面では、測定開始から50~100日付近において、電位が卑側に低下する傾向にあった。原因として、最低気温が零下に達する時期にあたることから、凍結防止剤の散布回数が多く、地覆内に高濃度の塩分を含む漏水が地覆背面(路面)側から供給されたこと、積雪によって水分が継続的に供給され、コンクリートの乾燥が妨げられたことが原因と考えられる。含浸部においても同様の電位の低下が生じた。補修した表面からではなく、地覆背面のひび割れを通じて漏水が浸透したものと考えられる。

100日経過以降では、含浸処理の有無にかかわらず、電位は貴側へ回復する箇所があった。塗膜の除去により、かぶり近傍(4cm程度)の乾燥が進み、腐食が抑制されたものと考えられる。このことから、ASR対策とし

て表面被覆を行った場合、補修後、表面被覆等の補修材にひび割れが生じると、内部に水分が貯留し、腐食が進行しやすい可能性が高い。A面のみ影響を大きく受けた理由として、車道側からひび割れが深くまで連続していること、路面勾配により漏水が供給されやすいことなどが原因として推察される。

D面では、亜硝酸系防錆剤の注入にもかかわらず、A,B面に比べて電位の回復が小さかった。C,D面においては配力筋が断面修復材中に存在していることから、ひび割れ幅、ひび割れ深さの抑制によって、防錆剤の浸透量が小さかったこと、あるいは、断面修復材によって水分や亜硝酸イオンの移動が抑制されたことにより、腐食状態に顕著な変化が起きなかった可能性が考えられる。

4. まとめ

モニタリングの結果より、塗膜除去による表面近傍の乾燥と自然電位の回復が見られ、塗膜除去と表面処理の効果が見られた。シラン系表面含浸処理による内部への乾燥には時間を要するため、その効果については今後の追跡調査によって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

- 1) 石川裕夏, 久保善司, 横山広, 出口一也:凍結防止剤がコンクリート構造物に及ぼす影響に関する実態調査, コンクリート工学年次論文集, Vol.34, No.1, pp.766-771, 2012.7
- 2) 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回年次学術講演会講演概要集, pp.903-904, 2017.9