

電気化学的補修適用後に施工した表面保護工法の耐久性に関する検討

徳島大学大学院 学生会員○中山一秀 徳島大学大学院 正会員 上田隆雄
 デンカ株式会社 正会員 七澤 章 徳島大学大学院 正会員 塚越雅幸

1. はじめに

電気化学的防食工法である再アルカリ化工法や脱塩工法適用後に、外部からの劣化因子を遮断し、より長期的な補修効果を得るために、通電終了後に表面保護工法を併用する場合がある。しかし、通電後のコンクリートは高アルカリ性電解液の電気化学的浸透や鉄筋近傍のカソード反応による OH⁻の生成などの影響で、陽極システムの撤去後に一般的な表面保護工法を適用しても、比較的早期に膨れや剥がれといった保護材の変状が生じることが指摘されている。¹⁾そこで本研究では、再アルカリ化又は脱塩後を想定したコンクリート供試体に各種表面保護を施工後、付着強度および透水量等を測定することでその耐久性を評価した。

2. 実験方法

本実験で用いたコンクリートの配合を表-1に示す。供試体は、図-1に示すように鉄筋 D10 をかぶり 20mm 位置に 1 本配した 50×100×200mm の鉄筋コンクリート供試体とした。再アルカリ化を行う供試体は、28 日間の封緘養生後、0 又は 9 ヶ月間の促進中性化試験 (20℃, 60%R.H., CO₂ 濃度 5%環境) を行った。促進中性化 9 ヶ月後の中性化深さは、約 37mm であった。その後、表-2に示す通電条件で、暴露面 1 面から通電処理を行った。また、簡易的に通電後のコンクリートを模擬するために、真空下でそれぞれの電解液に浸漬して、アルカリ含有コンクリートとする供試体も作製した。通電供試体は、通電直後に化学分析用の供試体を用いてコンクリート中の各種イオン (Na⁺, K⁺) 濃度分布および pH 分布を測定した。アルカリ供給後は、高周波式水分計でコンクリート表面含水率が 8%又は 14%程度になるまで 20℃, 60%R.H.環境で乾燥させた後、暴露面一面に対し表-3に示す 3 種類の表面保護をそれぞれ施工した。表面含水率 8%は比較的安全な施工環境を、14%は厳しい施工環境を想定した。表面保護施工後の保管条件は 20℃, 60%R.H.環境で 28 日間保管するものと、図-2に示す表面保護施工後に表面保護材界面に裏水等が回ってくることを想定した保護材背面へのアルカリ供給試験を 28 日間行うものの 2 種類とした。28 日間の保管後、PCM およびエポキシ樹脂を塗布した供試体は建研式引張強度試験を実施した。一方、シラン系含浸材を塗布

表-1 コンクリート配合

適用工法	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						
			C	W	S	G	WRA	AEA	NaCl
再アルカリ化	60	48	300	180	829	902	0.6	0.005	3.3
脱塩					819			0.002	13.2

表-3 表面保護材の内訳

種類	材料構成	施工仕様
有機系	アクリル樹脂系ポリマーセメントモルタル(PCM)	プライマー (200g/m ²)
		中塗り (1600g/m ²)
無機系	耐湿潤性エポキシ樹脂	一層目 (500g/m ²)
		二層目 (300g/m ²)
含浸系	シランシロキサン系高性能浸透性吸水防止材	200g/m ²

表-2 通電条件

適用工法	電解液	通電期間	電流密度
再アルカリ化	1.5N K ₂ CO ₃	2週間	1.0A/m ²
脱塩	0.1N Li ₃ BO ₃	8週間	1.0A/m ²

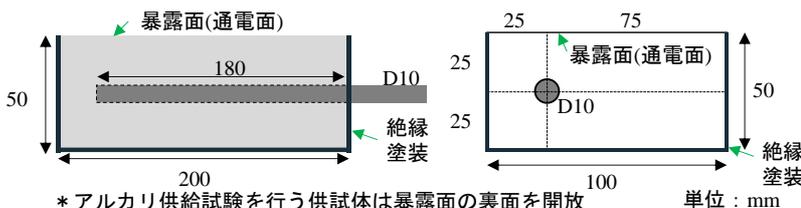


図-1 供試体概要

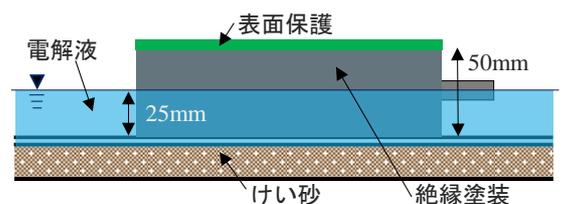


図-2 保護材背面へのアルカリ供給試験

キーワード 表面保護工法, 再アルカリ化工法, 脱塩工法, 表面含水率, pH, 付着性

連絡先 〒770-8506 徳島市南常三島町 2-1 徳島大学大学院 ソシオテクノサイエンス研究部 TEL088-656-7321

した供試体は、透水試験を JSCE-K571-2005 に準じて行った。加えて、水滴接触角により表面の撥水性を評価した。水滴接触角は直径約 2 mm の水滴をデジタルカメラで接写して得た画像により測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 通電後コンクリート中のアルカリイオン分布

通電後コンクリート中の総アルカリ量である R₂O 分布と pH 分布を図-3 に示す。なお R₂O 量は、コンクリート中の Na⁺濃度および K⁺濃度の測定値を用いて、次式により求めた。

$$R_2O = Na_2O + 0.658K_2O \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

図-3 より、再アルカリ化後は中性化の有無に関わらずコンクリート表面に多量のアルカリが集積していることが分かる。これは、再アルカリ化に伴う電気浸透によって電解液中の K⁺がコンクリート表面から供給されたことが一因と考えられる。一方、pH 値は再アルカリ化前に中性化させた供試体の方が中性化させなかった場合に比べ小さな値を示している。ただし、pH 値は表面付近においても 11 程度を有しており、再アルカリ化効果が確認できる。脱塩後においては、再アルカリ化供試体に比べ R₂O 量は小さいものの、pH 値は全体的に高い値を示している。

3.2 表面保護材の耐久性

PCM 及びエポキシ樹脂の付着強度を図-4 に示す。なお、この時点で保護材に浮きや膨れといった変状は見られなかった。図-4 より、再アルカリ化供試体は、保護材種に関わらず施工時の含水率が高い方が小さな付着強度を示しており、図-3 に示したような高濃度のアルカリ溶液の影響を受けたものと考えられる。また、中性化の有無により pH 値に違いは見られるものの、付着強度の低下程度に大きな差はない。一方、脱塩供試体では背面からのアルカリ供給試験を行った場合、保護材界面へのアルカリ溶液の供給により付着強度が大きく低下しているものと考えられる。

シラン系含浸材の水滴接触角及び透水量を図-5 に示す。これより、通電条件に関わらず、高含水率で施工した場合の方が水滴接触角は小さく、透水量も大きいことが分かる。これは、コンクリート細孔内部の水分が多く含浸材の浸透が阻害されたことが一因と考えられる。また、再アルカリ化後の方が脱塩後に比べ接触角は小さく、透水量は大きいことが分かる。これは、図-3 に示したように、再アルカリ化によりコンクリート表面の細孔溶液中に多量のアルカリイオンが供給されたことで、含浸材による吸水防止層の形成が阻害されたものと考えられる。

4. まとめ

再アルカリ化後に高含水率で表面保護材を施工した場合、表面のアルカリの影響を受け、脱塩後に比べ比較的早期に付着強度、吸水防止性が低下する可能性がある。

参考文献

1) 野村倫一, 山田卓司, 石橋孝一: 再アルカリ化工法適用後のコンクリートに対する塗膜の適応性に関する検討, コンクリート工学年次論文集, Vol. 25, No. 1, pp. 1553-1558, 2004.7

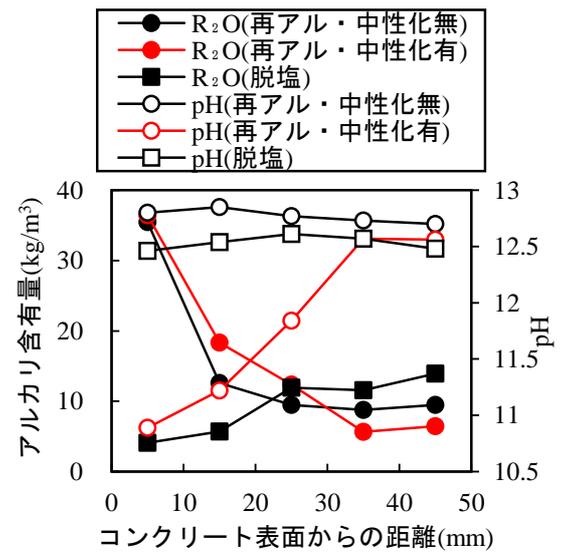


図-3 通電後コンクリート中のアルカリイオン分布及び pH 分布

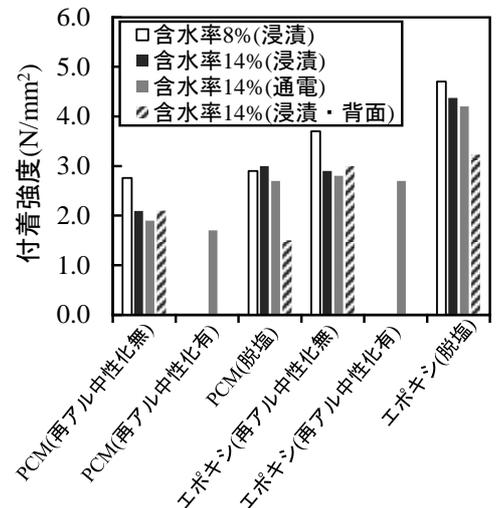


図-4 PCM 及びエポキシ樹脂の付着強度

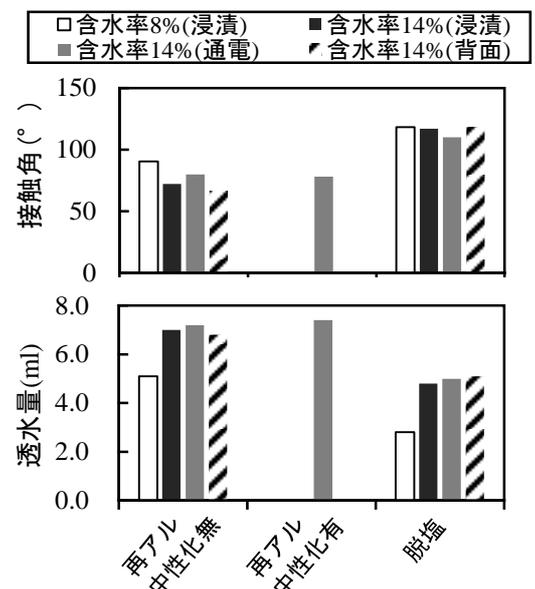


図-5 シラン系含浸材の接触角及び透水量