

高濃度シラン系浸透性吸水防止材の鉄筋腐食抑制性能に関する一実験

日本国土開発 正会員 ○佐原 晴也
クリッテック・ジャパン 下枝 博之

福山大学 正会員 宮内 克之
第一建設工業 松田 安司

1. はじめに

コンクリート構造物の塩害は、鉄筋軸方向ひび割れやかぶりコンクリートの剥離・剥落などの劣化が顕在化した後では、断面修復などの大がかりな対策が必要となる。これに対し、鉄筋位置の塩化物イオン量が腐食限界値以上であったり、あるいは既に鉄筋腐食が生じていたとしても、外観上の明らかな劣化が見られない状態で対処し、それ以上の劣化進行を防止することができれば、維持管理コストが低減できると考えられる。

本報は、進展期（鉄筋腐食開始からひび割れ発生までの期間）以前の塩害劣化状態にあるコンクリート構造物を対象に、浸透性吸水防止材による鉄筋腐食抑制の可否を実験的に検討した結果を述べるものである。

2. 実験概要

(1) 浸透性吸水防止材

本実験では、高濃度シラン系浸透性吸水防止材（以下、HGの記号で示す）について鉄筋腐食抑制性能を検討した。この材はコンクリート内部に浸透して厚い吸水防止層を形成するが、形成された防水層が水蒸気拡散能力を有することが特長の一つである。これを進展期以前の塩害劣化状態にあるコンクリート構造物表面に塗布すれば、吸水防止層が外部からの水分の侵入を防止し、一方で、コンクリート内部の水蒸気は外部に蒸発させるため、鉄筋周囲は比較的に乾燥状態になり、鉄筋腐食の進行が抑制できると考えられる。

(2) 実験方法

表-1 に実験計画を、図-1 に実験で使用した供試体の概要を示す。供試体中の鉄筋を腐食状態にするために、塩化ナトリウム水溶液を練混ぜ水の一部に使用して、 4.8kg/m^3 および 7.2kg/m^3 の塩化物イオンを内在させた。また、HG との比較のために防水材無塗布の供試体、および鉄筋腐食抑制機能を有するとされている市販の含浸系表面保護材（以下、「比較」と記す）を塗布した供試体についても実験を行った。

図-2 に、実験の流れを示す。同図のように、供試体作製後、乾湿養生を繰り返して鉄筋を腐食させた。鉄筋の腐食状態は、鉄筋腐食診断器（四国総合研究所 CM-V）を用いて腐食電流密度と自然電位を測定して判断した。鉄筋がある程度の腐食状態になった（腐食電流密度 $0.5\mu\text{A/cm}^2$ 以上、自然電位が -300mV より卑を目標とした）後、供試体の測定面に HG や「比較」を塗布し、乾湿養生を繰り返して腐食電流密度と自然電位の変化を定期的に測定した。

表-1 実験計画

内在塩分 (kg/m^3)	測定面の処理方法		
	HG 塗布	無塗布	「比較」塗布
4.8	200g/m^2	○	600ml/m^2
7.2	400g/m^2	○	600ml/m^2

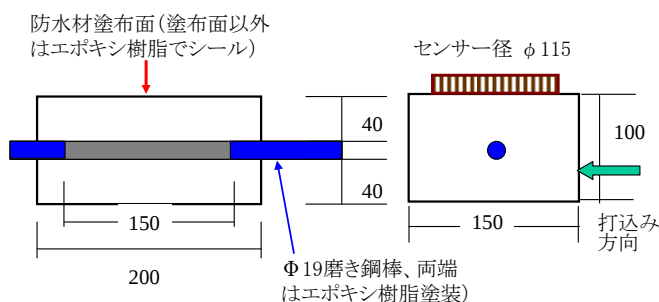


図-1 供試体概要

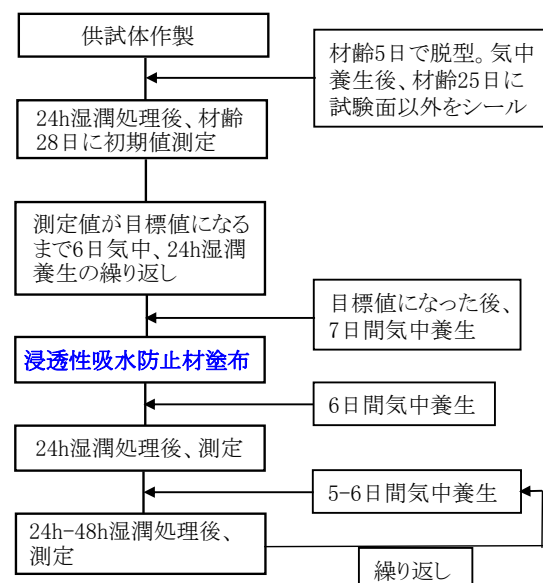


図-2 実験の流れ

3. 実験結果および考察

キーワード 塩害、鉄筋腐食抑制、シラン系浸透性吸水防止材、腐食電流密度、自然電位

連絡先 〒243-0303 神奈川県愛甲郡愛川町中津 4036-1 TEL 046-285-3339

(1) 腐食電流密度と自然電位の経時変化

図-3 に、内在塩分量 4.8kg/m^3 の場合の腐食電流密度の経時変化を示す。経時変化測定開始後 4 週程度の範囲で、「無塗布」の供試体では初期値で「低～中程度の腐食速度」(表-1 参照)であった腐食電流密度値が、材齢とともに「中～高程度の腐食速度」の値に上昇し、鉄筋腐食が進行している傾向がみられる。これに対し、浸透性吸水防止材 HG を塗布した供試体では、逆に「腐食なし、または遅い速度腐食密度」の値に低下しており、鉄筋腐食抑制効果がみられる。「比較」を塗布した供試体も同様である。

しかし、「無塗布」の供試体も 4 週程度以降は腐食電流密度値が低下し、10 週程度以降では HG 塗布供試体等に近い値になっていることが分かる。これは、鉄筋腐食診断器による測定ではコンクリートを十分に湿らせる必要性あり、このために測定前に 24-48 時間真水中に浸せきした(図-2 参照)影響と考えられる。浸せき中に塩分が拡散・溶出して、鉄筋周囲の塩化物イオン濃度が低下したものと考えられる。そこで、21 週以降は 3 日間塩水(濃度 10%) 浸せき、4 日間気中の養生を行った。その結果、塩水浸せき開始後 25 週程度で、HG 塗布供試体等と無塗布では腐食電流密度の値に大きな違いが生じていることが分かる。

図-4 には内在塩分量 7.2kg/m^3 の場合の腐食電流密度の経時変化を示す。塩分量が多く鉄筋の腐食環境が厳しい影響か、4 週程度の範囲での効果は塩分量 4.8kg/m^3 ほど顕著ではないが、HG 塗布等による鉄筋腐食抑制効果がみられる。

図-5 には内在塩分量 4.8kg/m^3 の場合の自然電位の経時変化を示す。塩水浸せき前はいずれの条件の供試体も「90%以上の確率で腐食有り」のレベルの自然電位値であり、大きな違いはみられないことが分かる。これは、本実験が鉄筋腐食を生じさせた条件下での実験であることの影響と考えられる。しかし、塩水浸せき後 25 週程度では、HG 塗布供試体等と無塗布では値に大きな違いが生じており、自然電位値にも HG 塗布による鉄筋腐食抑制効果が示されている。これは塩分量 7.2kg/m^3 の場合も同様であった。

(2) 鉄筋の腐食状況

写真-1 に、鉄筋の腐食状況の一例を示す。実験の手順上、いずれの供試体でも鉄筋腐食がみられたが、HG 塗布供試体の錆は浮き錆程度であったのに対し、無塗布供試体ではやや深い部分まで腐食が進行していた。このような腐食状況の違いが、腐食電流密度や自然電位の測定値の違いとして顕れたと考えられる。

4. まとめ

本実験の結果、進展期以前の塩害劣化状態にあるコンクリート構造物に対し、シラン系浸透性吸水防止材塗布による鉄筋腐食抑制効果を供試体レベルで示すことができたと考えている。

表-1 鉄筋腐食性の評価基準

腐食電流密度 ※1	0.2 未満	腐食なし、または少量腐食速度
	0.2 以上 0.5 未満	低～中程度の腐食速度
	0.5 以上 1.0 以下	中～高程度の腐食速度
	1.0 より大	激しい、高い腐食速度
自然電位 ※2	$-80 < E$	90%以上の確率で腐食なし
	$-230 < E \leq -80$	不確定
	$E \leq -230$	90%以上の確率で腐食有り

※1: $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ (CEB) ※2: mV (vs Ag/AgCl) (ASTM)

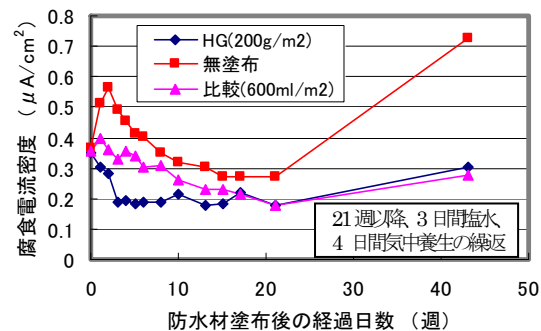


図-3 腐食電流密度の経時変化 (4.8kg/m^3)

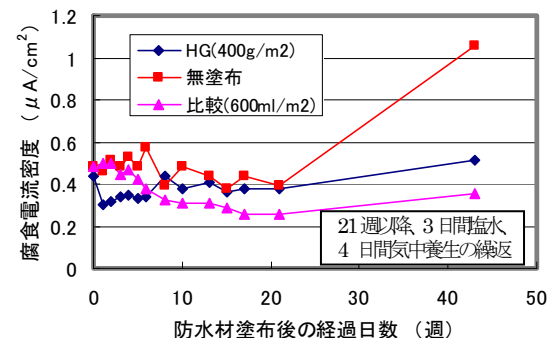


図-4 腐食電流密度の経時変化 (7.2kg/m^3)

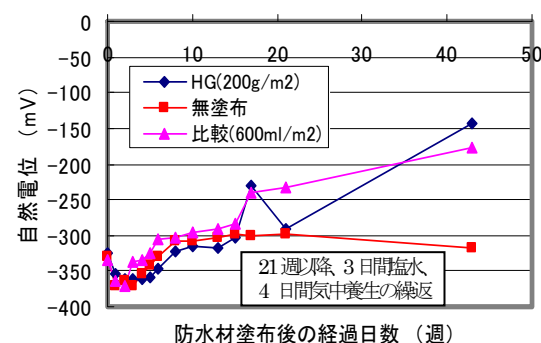


図-5 自然電位の経時変化 (4.8kg/m^3)

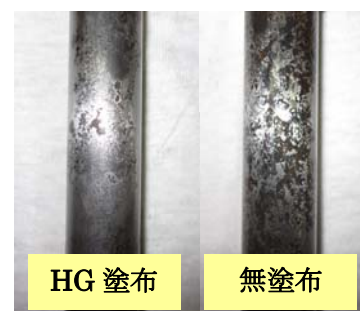


写真-1 鉄筋腐食状況 (錆落とし後)