

鉄筋腐食抑制型ジェル状シラン系表面含浸材 アクアシール1400ARについて

令和4年11月11日

令和4年度 水利施設保全管理補修部門 中央研修会

大同塗料株式会社

開発背景

シラン系表面含浸材

⇒ コンクリート構造物の表面保護工（表面処理工法）に使用されるコンクリート保護材

コンクリート構造物に塗布することで
表層部に吸水防止層（はっ水層）を形成



外部からの吸水を抑制し、内部の水分を放散する
ことにより、コンクリートの劣化を抑制

鉄筋腐食 凍害 アルカリ骨材反応

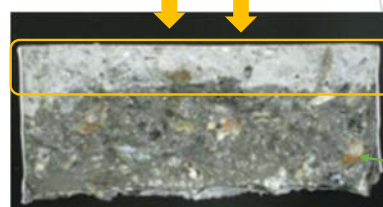
鉄筋に直接腐食抑制効果が付与できればさらに鉄筋腐食は抑制できる

シラン系表面含浸材 + 防錆剤



アクアシール1400AR

塗布



吸水防止層
水濡れなし

非含浸層
水濡れあり

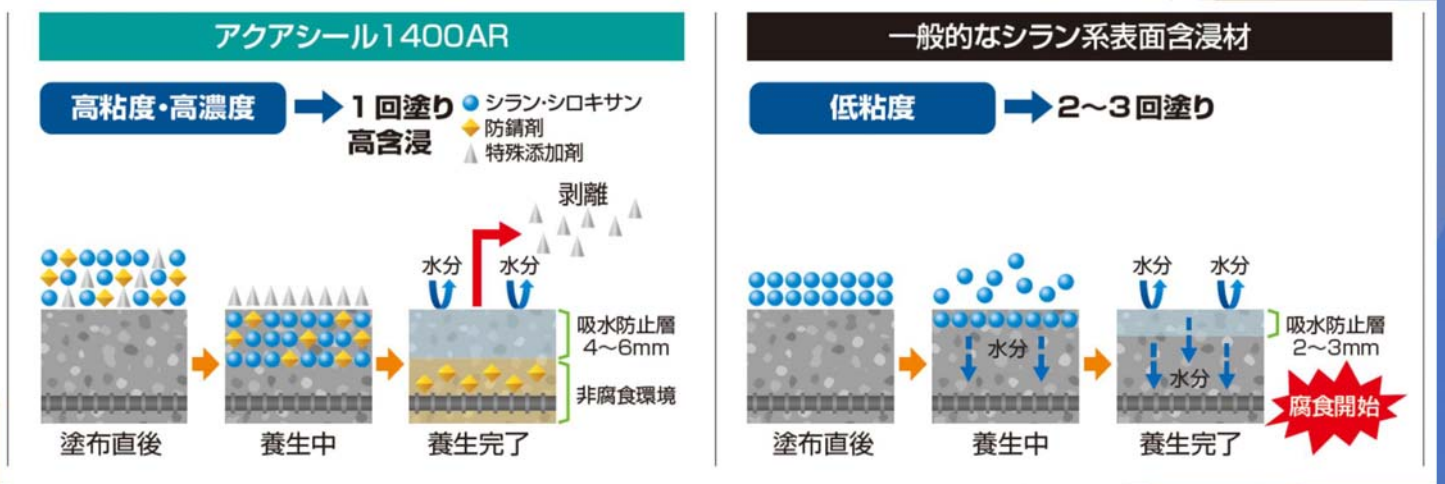
アクアシール1400AR塗布後の
コンクリート断面



表面はっ水性

吸水防止層及び非腐食環境の形成システム

アクアシール1400ARに含有する特殊添加剤が養生中に表層に残ることで、シラン成分および防錆剤の飛散を抑え深く浸透し、厚い吸水防止層と鉄筋近傍に非腐食環境を形成します。

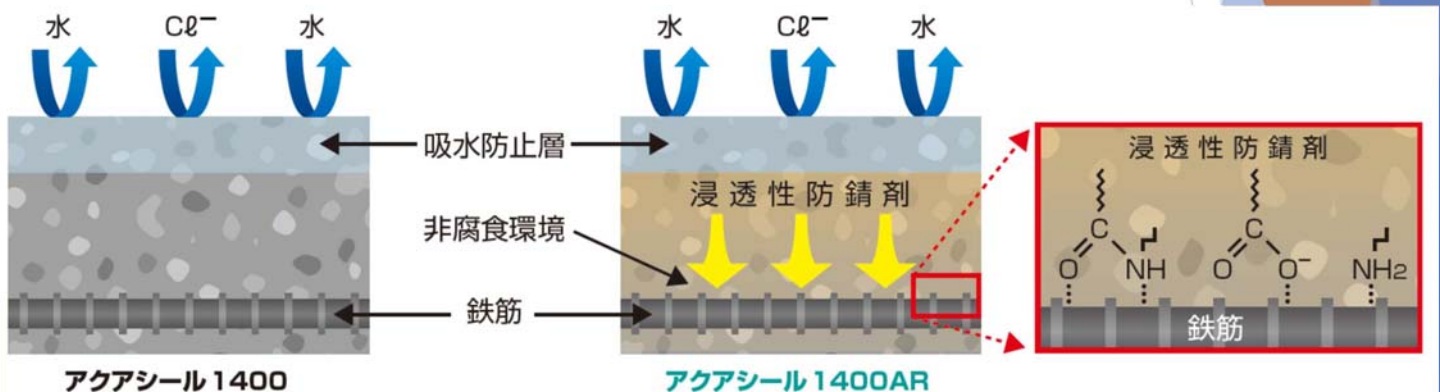


アクアシール1400AR 鉄筋腐食抑制のメカニズム

- 形成する吸水防止層が外部からの水や塩化物イオンの浸入を阻止
- 浸透性防錆剤が鉄筋位置まで浸透して鉄筋表面に吸着し、防錆被膜を形成する



水分を介した酸素と塩化物イオンとの反応を防ぎ鉄筋の腐食を抑制



電気化学的腐食診断による鉄筋腐食抑制効果の確認

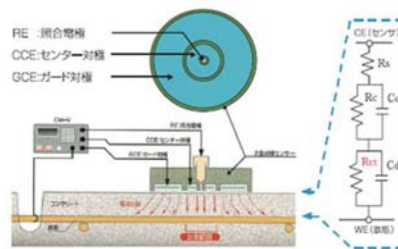
- W/C=55%モルタル かぶり40mm
- 塩水による湿潤 (20°C・4日間) + 乾燥 (40°C・3日間) ⇒1サイクル



塗布面に塩水を漏水



乾燥炉にて乾燥



鉄筋の自然電位と分極抵抗を測定
分極抵抗は腐食電流密度に換算

$$\text{腐食電流密度} = K \cdot 1 / \text{分極抵抗}$$

k : 0.026V

電気化学的腐食診断の判定基準

自然電位 : ASTM C 876(硫酸銅)

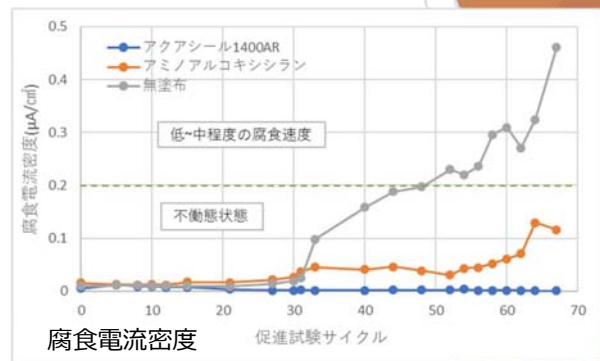
自然電位(E)	鋼材腐食の可能性
-200m V < E	90%以上の確率で腐食なし
-350m V < E ≤ -200m V	不確定
E ≤ -350m V	90%以上の確率で腐食あり

分極抵抗 : CEB (ヨーロッパコンクリート委員会 腐食速度の判定基準 (案) の一例)

分極抵抗値 Rct(kΩcm ²)	鋼材腐食の可能性		腐食速度の判定
	腐食電流密度 Icorr(μA / cm ²)	腐食速度(腐食深さ) PDY(mm / 年)	
130以上	0.2未満	0.0023未満	不働状態(腐食なし)
52以上130以下	0.2以上0.5以下	0.0023以上0.0058以下	低～中程度の腐食速度
26以上52以下	0.5以上1以下	0.0058以上0.0116以下	中～高程度の腐食速度
26未満	1より大	0.0116より大	激しい、高い腐食速度

内在塩分を含まない試験基材での結果

- W/C=55%モルタル かぶり40mm
- 3%塩水による湿潤 (20℃・4日間) + 乾燥 (40℃・3日間) ⇒1サイクルとして67サイクル実施

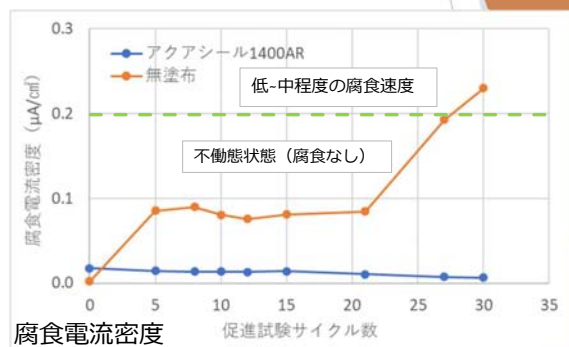
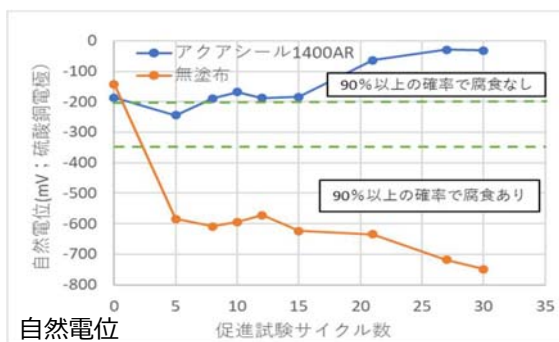


腐食促進試験67サイクル後の鉄筋腐食状況

塩分を含まない試験体で、鉄筋腐食抑制効果が確認された

内在塩分3.5kg/m³を含む試験基材での結果

- W/C=55%モルタル かぶり40mm
- 3%塩水による湿潤 (20℃・4日間) + 乾燥 (40℃・3日間) ⇒1サイクルとし31サイクル実施



アクアシール1400AR



無塗布

内在塩分3.5kg/m³を含む試験体でも鉄筋腐食抑制効果が確認された

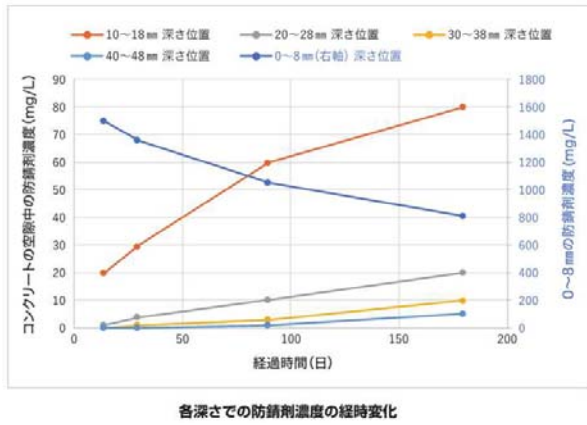
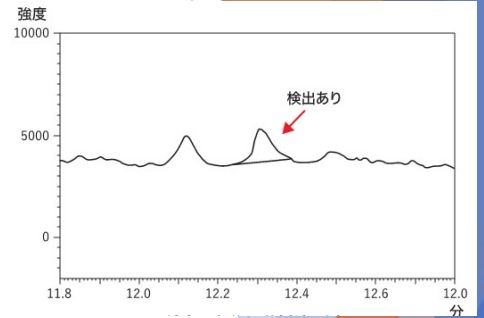
既に塩分が浸透 (3.5kg/m³) した既設構造物への適用が可能

浸透性防錆剤の浸透深さの確認

コンクリートに浸透した浸透性防錆剤を溶媒に抽出して、ガスクロマトグラフで定量

試験体での浸透深さの確認

- ① W/C=50%のコンクリートブロックにアクアシール1400ARを塗布
- ② 所定の日数が経過した後、コンクリートハンマードリルで削孔して、その際に出る削孔粉を採取
- ③ 採取した削孔粉を溶媒中に抽出して、ガスクロマトグラフで定量

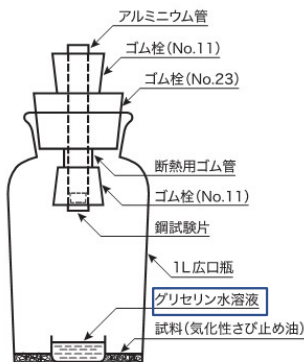


深さ30-38mmの位置で10mg/L、
40-48mmの位置で5mg/L
の浸透性防錆剤が検出された

浸透性防錆剤の防錆効果確認試験

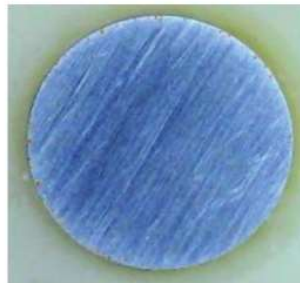
深さ30-38mmの位置で10mg/L、40-48mmの位置で5mg/Lの浸透性防錆剤が検出されたので、その濃度での防錆効果を確認

JIS K 2246 (防せい油) 6.39気化性防せい性試験



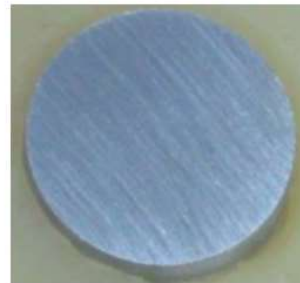
JIS K 2246 防せい(錆)油
気化性防せい性試験

湿度95%以上



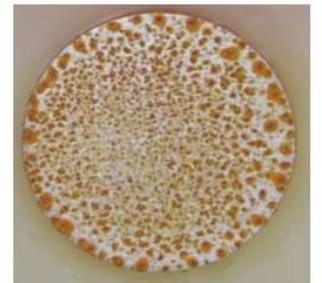
防錆性あり(5mg/L)

深さ40~48mm鉄筋位置での再現試験



防錆性あり(10mg/L)

深さ30~38mm鉄筋位置での再現試験



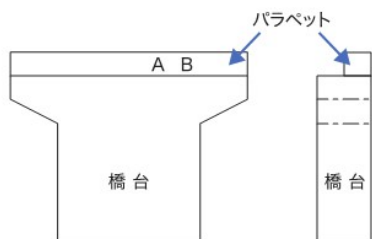
防錆剤なし

5mg/Lの浸透性防錆剤濃度で防せい性があることが実証された

かぶり40mmの試験体を使用した鉄筋腐食の促進試験で鉄筋がさびなかったのは、浸透性防錆剤が鉄筋位置まで浸透し、非腐食環境を形成しているため

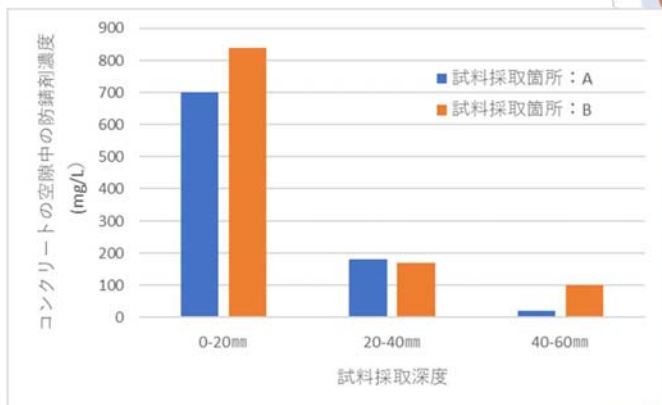
実構造物での浸透性防錆剤の浸透深さの確認

高速道路 橋梁RCパラペット



塗布1年後に試料を採取
分析方法は試験体での確認時と同じ

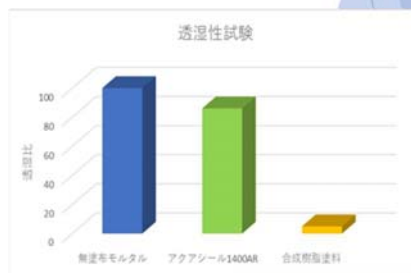
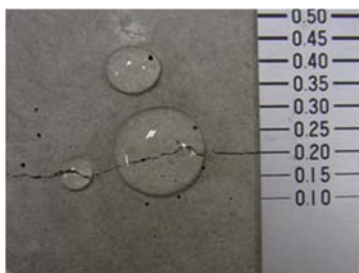
採取箇所 深さ(mm)	A	B
0-20	700	840
20-40	180	170
40-60	20	100



実構造物でも浸透性防錆剤が深く浸透することが確認できた

シラン系表面含浸材としての性能

試験項目	シラン系表面含浸材評価基準	試験結果	
外 観	変化なし, わずかに変化, 著しい変化のいずれか	変化なし	—
含浸性	—	6.0mm	—
透水抑制率	80%以上(グレードA)	90%	グレードA
吸水抑制率	80%以上(グレードA)	92%	グレードA
中性化抑制率	10%以上(グレードC)	100%	グレードA
塩化物イオン浸透抑制率	80%以上(グレードA)	100%	グレードA
透湿比	80~60%以上(グレードB)	86%	グレードA



まとめ

- アクアシール1400ARは防錆剤を配合したシラン系表面含浸材
- 配合した防錆剤はコンクリート中で深く浸透することが確認され、鉄筋周辺を非腐食環境に改善
- 3.5 kg/m³の塩分が浸透したコンクリート構造物でも鉄筋腐食を抑制可能
- 吸水抑制効果、透湿性に優れており、正しく適用すればコンクリート構造物の凍害を抑制
- 1回の塗布で性能が発揮され、低コストの予防保全対策として有効

ご清聴ありがとうございました