

コンクリートと塗装

The Painting to Concrete



一般塗料部門 構造物塗料事業部
テクニカルサポートグループ
General Coating Division
Protective Coating Department
Technical Support Group

宮下 剛
Tsuyoshi MIYASHITA

1. はじめに

コンクリート構造物が建設され、適切に維持管理し供用し続けていくためには、適切な診断結果をもとに、適切な方法によって補修・補強を行う必要がある。コンクリート構造物では、外部からの劣化因子（酸素・水・塩化物イオン・二酸化炭素）等の侵入を阻止、あるいは抑制することが求められており、その際に有効な手段の1つとして表面保護が挙げられる。

本報は表面保護を中心とする材料や技術の変遷について解説し、将来の展望を述べる。

2. コンクリート表面保護の歴史

2.1 コンクリート表面保護の始まり (1980年代前半)

コンクリートへの表面保護を目的とした日本国内の最初の規準は1984年（昭和59年）2月に（社）日本道路協会が発刊した『道路橋の塩害対策指針（案）・同解説』¹⁾（通称：赤本）である。それまではコンクリートの早期劣化への対策が規準化されておらず、またコンクリートの早期劣化への研究がまだ十分では無かったため適切な補修工法の提案はまちまちであった。本規準により、一定の材料を適用したコンクリート表面保護の塗装システムに対する性能規定の考え方の基礎ができ上がったといっても過言ではない。プレストレスト・コンクリート（Prestressed concrete）と鉄筋コンクリート（Reinforced concrete）を個別に考え、許容ひび割れを考慮した柔軟形塗装システムの採用等は現在の基本的な考え方と同様である。

2.2 コンクリートの劣化とそれを抑制する 材料・工法の研究開発 (1980年代後半～1990年代)

赤本の発刊から少し遅れ、各構造物管理団体と塗料メーカー各社によりコンクリート表面保護の研究が盛んに行われた。その中で材料は進化し、またそれを確認す

る試験方法の確立も行われた。中でも旧日本道路公団試験研究所（現在の株式会社 高速道路総合技術研究所）によって1994年（平成6年）3月に発刊された『コンクリート保護工』²⁾においては、一般環境と塩害環境について劣化因子毎における塗装材の品質規格がシステム総合膜として制定され、ゼロスパン試験によるひび割れ追従性の評価が設定された。これによりコンクリート表面保護の主流材料が厚膜柔軟形材料へと変遷していくこととなる。一方、1985年より3カ年の歳月をかけ建設省総合技術開発プロジェクトの一環で1989年（平成元年）5月に（財）土木研究センターよりまとめられた『コンクリートの耐久性向上技術の開発』³⁾では、アルカリ骨材反応、塩害に対する塗装システムの品質規格を制定しており、ここでも厚膜柔軟形材料によるコンクリートへのひび割れ追従性付与と厚膜化による塩害、アルカリ骨材反応への対策指標が示されている。

2.3 はく落防止対策と規準類の整備 （1990年後半以降～現在まで）

1990年代後半、コンクリート構造物が何らかの原因で早期劣化することで第三者へのコンクリート片はく落事故が取り沙汰されるようになった。そのため、各構造物管理団体にてFRP（Fiber Reinforced Plastics）をベースとした各種はく落防止仕様の採用が始まった。はく落防止性能を評価する規準として押し抜き荷重試験が採用され、今日でも材料採用に際してその性能確認が行われている。各社各様の提案によりその性能を発現している。

一方、土木学会ではコンクリート構造物への表面被覆材料とその試験方法を調査し、2005年（平成17年）4月に『表面保護工 設計施工指針（案）』⁴⁾として各工法別の要求性能をまとめている。ここでは性能照査型の指針として劣化因子毎の要求性能をまとめ上げ、各構造物管理団体が共通して利用可能な工法の選定、維持管理に対する考え方を網羅している。これを受け、2007年（平成19年）5月には『コンクリート標準示方書 規準編』⁵⁾として表面被覆に関する試験方法がまとめられた。これにより一元化した試験方法で各構造物管理団体が各環境に合わせた規準制定に対して同じ評価方法で

評価可能となる土台が完成している。規準が複雑化し、試験条件が異なる試験方法を採用することで材料開発速度の低下や材料コストアップを抑制することができ、業界の活性化に一役かっている状況が伺える。

また、各構造物管理団体は土木構造物の考え方を踏襲し、表面保護に対しても土木学会同様、性能照査型の考え方を基本としている。塗料関連でこの性能照査型の考え方をここまで確立している分野はそう多くはなく、市場競争の原理原則に基づいた新たな材料開発の場として各材料メーカーは腕の見せ所である。

2.4 新設構造物への予防保全 （2000年中盤以降）

先に示した『表面保護工 設計施工指針（案）』においては、構造物の外観を損なわず、中性化防止、塩害防止等の予防保全が可能となる表面含浸材が新たに評価され、その試験方法が確立された。ここでは従来の塗装よりも簡便に予防保全が可能となり、従来既設コンクリートへの補修をメインにしていた表面保護の概念に対して、新たにコンクリート構造物建設時に施工するという新市場を切り開いた。近年でも建設中の第二東名高速道路への全面的採用等その市場規模は非常に大きいことが伺える。

一方で『表面保護工 設計施工指針（案）』によっても検討されたライフサイクルコストに対する考え方も近年では定着しつつあり、建設から供用を終えるまでの期間にどれだけの維持管理コストをかけるかは構造物管理団体として最も注力している部分であると推察する。ここでは省力化・省工程化と共に高耐久化材料の適用によるメンテナンス周期の延長も考慮されている。

3. コンクリートの劣化と表面保護に求める性能について

3.1 コンクリートの早期劣化原因

鉄筋コンクリートが発明されたのは今から160年ほど前の1853年頃であるが、当時この画期的な材料はコンクリートの引張・曲げに対する弱点を飛躍的に克服し、内部鉄筋をコンクリートのアルカリ性により不働態化し、半永久的に供用できる材料として脚光を浴びた。コンクリート構造物が早期劣化した原因を竣工年代別、種類別に示したグラフを図1⁶⁾に示す。これによると、古くは海

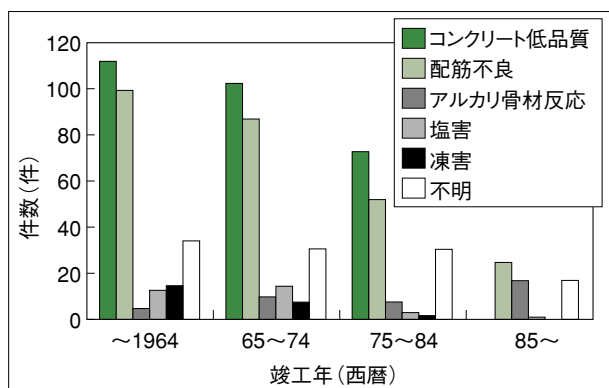


図1 竣工年別劣化原因数

砂の採用によるコンクリートの低品質、あるいは配筋不良によるかぶり厚さ不足等知識不足と施工不良にかかる原因での早期劣化が伺える。その後、塩害、アルカリ骨材反応等のメカニズムが解明され、1986年(昭和61年)、土木学会による『コンクリート標準示方書 施工編』の発刊において塩化物イオン量の規定⁷⁾、その後、1989年(平成元年)には骨材中のシリカ分の含有量を制限する等の抑制対策がJISに明記されるに至り⁸⁾、また様々な劣化原因が明らかになるにつれて施工技術も進歩したため、極端な早期劣化の発生頻度は格段に減少した。

3.2 コンクリート構造物の補修時期

図2⁶⁾にコンクリート構造物の供用年代別の補修割合を示す。供用50年を超えたコンクリート構造物の約半数は補修が施されている(あるいは必要としている)ことがわかる。

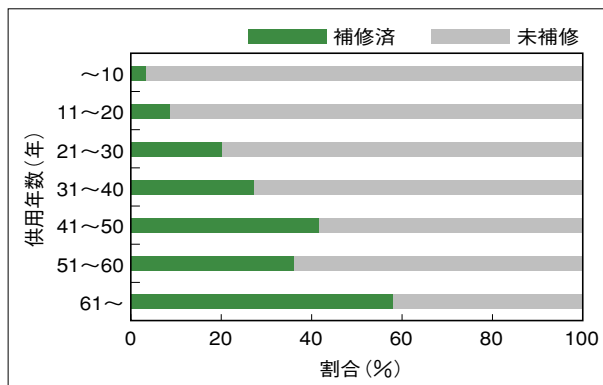


図2 コンクリート構造物の供用年数別補修割合

3.3 コンクリート橋梁数と50年以上経過した橋梁数の予測

図3にコンクリート橋梁数とその内、50年以上経過した橋梁数の予測を示す。前述の補修時期と合わせて考えた場合、近年まさに何らかの補修を必要とするコンクリート橋梁は飛躍的に増加傾向を示すことが伺える。著名な本の中でもコンクリート構造物が壊れはじめる時期を2005年~10年と予測しており⁹⁾今後、延命を主眼においた補強・補修がさらに重要になると考えられる。

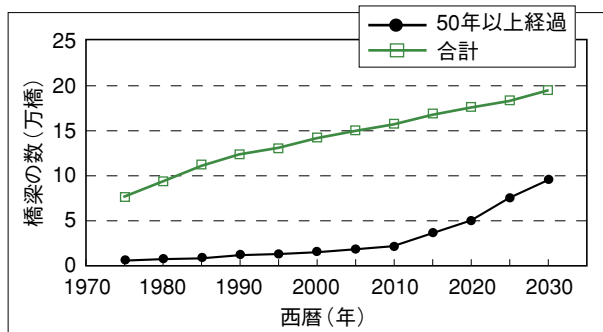


図3 コンクリート橋梁数と50年経過した橋梁数の予測

3.4 表面保護に期待する性能

コンクリート構造物の表面保護においては、対象とする劣化機構によって、その要求性能が異なる。土木学会の『表面保護工 設計施工指針(案)』にてまとめられた表面被覆工法に対する主な要求性能を表1に示す。劣化機構を支配する要因として、各種劣化因子の侵入が深く関係していることから、それぞれを遮蔽することが主な要求性能となるが、ひび割れ追従性や落防止性等も要求される場合がある。とりわけ、ひび割れ追従性

表1 表面保護工に対する主な要求性能

表面保護工 に対する要求性能	劣化機構	中性化	塩害	凍害	化学的侵食	アルカリ 骨材反応
二酸化炭素遮断性		◎				
塩化物イオン遮断性(遮塩性)		○	◎	○		○
酸素遮断性		○	○			
凍結融解抵抗性				◎		
耐酸性,耐硫酸性					◎	
耐アルカリ性					◎	
防水性(遮水性)			○	◎	○	◎
水蒸気透過性(透湿性)						◎
ひび割れ追従性(柔軟性)		△	△	△	△	△
はく落抵抗性		△	△	△	△	△

◎：主として必要な要求性能 ○：副次的に必要な要求性能 △：場合により必要な要求性能

表2 表面保護工に対する主な要求性能

表面保護工に用いる材料の性能	評価指標の例
二酸化炭素遮断性	二酸化炭素透過量、コンクリートの中性化深さ、コンクリートの中性化速度係数
塩化物イオン遮断性(遮塩性)	塩化物イオン透過量、塩化物イオン拡散係数
酸素遮断性	酸素透過量、酸素拡散係数
凍結融解抵抗性	ふくれ、われ、はがれ、変色等塗膜の変状、コンクリートの相対動弾性係数、質量減少率
耐酸性、耐硫酸性、耐アルカリ性	ふくれ、われ、はがれ、変色等塗膜の変状、化学物質透過量、硫酸透過量、コンクリートの質量変化
防水性(遮水性)	透水量
水蒸気透過性(透湿性)	水蒸気透過量
ひび割れ追従性(柔軟性)	伸び能力、疲労特性
はく落抵抗性	強度特性、伸び能力、押抜き荷重

が十分でないことから表面被覆材に割れが生じ、表面保護工としての寿命を短くしている事例も存在する。

また、表2に示すような材料に対する要求性能を評価する具体的な指標がこれまでに提案・使用されている。

4. 表面保護工・材料各論

当社は創業以来の優れた防食技術や工法をコンクリートの劣化防止技術開発にも応用展開してきた結果、今日までに『レジガードシステム』を中心に20余年の実績を得ている。その技術から生みだされた豊富な商品の品揃え、施工ノウハウの蓄積を背景に、コンクリート構造物の防食・補修・補強・美装用途等に効果を発揮してきた。以下に、当社を代表する各仕様における一例を示し、解説する。

表3 レジガードS-9000システム塗装仕様

工 程	商品名	希釈率 (重量%)	塗装方法	標準使用量 (kg/m ²)	目標膜厚 (μm)	塗装間隔 (20℃)	
1	素地調整	漏水・ひび割れ等は事前に処理する。表面の脆弱層、その他の塵埃や異物を完全に除去する。突起物や段差等は動力工具や手工具を併用して平滑にする。全表面を処理した後、ブラシ、ほうき、エアブロー等で被塗面を十分に清掃する。表面含水率計 (kett社HI-500) にて表面含水率5%以下であることを確認する。					
2	パテ	レジガードS-9000	1~5	ローラー 金コテ・金ヘラ	1.00	—	12時間~10日
3	中塗り1層目	レジガード#200EH中塗	0~5	刷毛 ローラー	0.30	130	12時間~10日
4	中塗り2層目	レジガード#200EH中塗	0~5	刷毛 ローラー	0.30	130	12時間~10日
5	上塗り	レジガードSFクリーン上塗	0~8	刷毛 ローラー	0.12	30	—

表4 レジガードS-9000システムの性能

システム名：レジガードS-9000システム（中塗り2回、上塗りふっ素仕上げ） 特徴：超厚膜 高弾性 高耐久性システム							
要求性能	照査項目			照査結果			
耐久性	塗膜の健全性	標準養生後	塗膜は均一で流れ・むら・ふくれ・割れ・はがれのないこと。	塗膜は均一で流れ・むら・ふくれ・割れ・はがれがない			
		促進耐候性試験後	白亜化はなく、塗膜にふくれ・割れ・はがれのないこと。	白亜化はなく、塗膜にふくれ・割れ・はがれがない			
		温冷繰り返し試験後	塗膜にふくれ・割れ・はがれのないこと。	塗膜にふくれ・割れ・はがれがない			
		耐アルカリ性試験後	塗膜にふくれ・割れ・はがれのないこと。	塗膜にふくれ・割れ・はがれがない			
		耐湿試験後	7(10)日間で塗膜にふくれ・割れ・はがれのないこと。 ^{注1)}	10日間で塗膜にふくれ・割れ・はがれを認めない			
	コンクリートとの付着性				付着強度 (N/mm ²)	主な 破断場所	
		標準養生後	塗膜とコンクリートとの付着強度が1.0N/mm ² 以上であること。		3.22	基板破壊	
		促進耐候性試験後			2.23	基板破壊	
		温冷繰り返し試験後			3.24	塗布材内の凝集破壊	
		耐アルカリ性試験後			2.77	塗布材内の凝集破壊	
遮塩性	遮塩性	塗膜の塩素イオン透過量が5.0×10 ⁻³ mg/cm ² ・日以下であること。	測定下限値(0.34×10 ⁻³)以下				
酸素遮断性	酸素透過阻止性	塗膜の酸素透過量が5.0×10 ⁻² mg/cm ² ・日以下であること。	3.3×10 ⁻²				
水蒸気遮断性	水蒸気透過阻止性	塗膜の水蒸気透過量が5.0mg/cm ² ・日以下であること。	0.9				
中性化阻止性	中性化阻止性	中性化深さ1mm以下であること。	0.0				
柔軟性	ひび割れ追従性			伸び (mm)	判定方法		
		標準養生後(常温時)	塗膜の伸びが0.4(0.8)mm以上であること。 ^{注2)}	1.36	最大値		
		標準養生後(低温時)	塗膜の伸びが0.2(0.4)mm以上であること。 ^{注3)}	0.55	最大値		
		促進耐候性後(常温時)		1.04	最大値		

注1) 高温多湿環境に使用するものは、10日間とする。

注2) ひび割れ追従性を特に必要とするものは、0.8mm以上とする。

注3) ひび割れ追従性を特に必要とするものは、0.4mm以上とする。

4.1 有機系表面保護仕様

当社の代表的なコンクリート構造物向け有機系塗装仕様を表3に、その性能を表4に示す。

本仕様はエポキシ樹脂系ポリマーセメント系モルタルを下地とした厚膜柔軟形塗装系であり長期耐久性を期待したふっ素樹脂塗料仕上げとなっている。本仕様は図4に示すような過酷な塩害環境への適用実績があり、長期耐久性が実証されている。

4.2 無機系表面保護仕様

当社の代表的なコンクリート構造物向け無機系塗装仕様を表5に、その性能を表6に示す。

本仕様はポリマーセメント系材料を塗布し、主にアルカリ骨材反応の抑制を目的とした呼吸形仕様であり、内部の水を水蒸気として放出し、外界の水分を遮断する機能を有する。過去より特に関西地区において多くの実績を有する。



図4 過酷な塩害環境

表5 エバーコンシステム塗装仕様

工程	商品名	希釈率 (重量%)	塗装方法	標準使用量 (kg/m ²)	目標膜厚 (μm)	塗装間隔 (20℃)	
1	素地調整	漏水・ひび割れ等は事前に処理する。 表面の脆弱層、その他の塵埃や異物を完全に除去する。 突起物や段差等は動力工具や手工具を併用して平滑にする。 全表面を処理した後、ブラシ、ほうき、エアブロー等で被塗面を十分に清掃する。 表面含水率計 (kett社HI-500) にて表面含水率5%以下であることを確認する。					
2	プライマー	エバーコン	50~100	刷毛 ローラー	0.15	—	2時間~10日
3	パテ	エバーコンパテ	—	ローラー 金コテ 金ヘラ	0.40	—	16時間~10日
4	中塗り	エバーコン	0~10	刷毛 ローラー	0.60	260	16時間~10日
5	上塗り	エバーコン	0~10	刷毛 ローラー	0.30	130	—

表6 エバーコンシステムの性能

システム名：エバーコンシステム（有機無機複合形） 特徴：超厚膜高弾性 水系システム（呼吸形）					
要求性能	照査項目			照査結果	
耐久性	塗膜の健全性	標準養生後	塗膜は均一で流れ・むら・ふくれ・割れ・はがれのないこと。	塗膜は均一で流れ・むら・ふくれ・割れ・はがれがない	
		促進耐候性試験後	白亜化はなく、塗膜にふくれ・割れ・はがれのないこと。	白亜化はなく、塗膜にふくれ・割れ・はがれがない	
		温冷繰り返し試験後	塗膜にふくれ・割れ・はがれのないこと。	塗膜にふくれ・割れ・はがれがない	
		耐アルカリ性試験後	塗膜にふくれ・割れ・はがれのないこと。	塗膜にふくれ・割れ・はがれがない	
	コンクリートとの付着性			付着強度 (N/mm ²)	主な破断場所
		標準養生後	塗膜とコンクリートとの付着強度が1.0N/mm ² 以上であること。	1.85	塗布材内の凝集破壊
		促進耐候性試験後		1.80	塗布材内の凝集破壊
		温冷繰り返し試験後		1.22	塗布材内の凝集破壊
		耐アルカリ性試験後		1.16	塗布材内の凝集破壊
遮塩性	遮塩性	塗膜の塩素イオン透過量が5.0×10 ⁻³ mg/cm ² ・日以下であること。	測定下限値 (0.68×10 ⁻³) 以下		
酸素遮断性	酸素透過阻止性	塗膜の酸素透過量が5.0×10 ⁻² mg/cm ² ・日以下であること。	0.8×10 ⁻²		
水蒸気遮断性	水蒸気透過阻止性	塗膜の水蒸気透過量が5.0mg/cm ² ・日以下であること。	0.78		
中性化阻止性	中性化阻止性	中性化深さ1mm以下であること。	0.0		
柔軟性	ひび割れ追従性			伸び (mm)	判定方法
		標準養生後 (常温時)	塗膜の伸びが0.4 (0.8) mm以上であること。 ^{注1)}	0.93	最大値
		標準養生後 (低温時)	塗膜の伸びが0.2 (0.4) mm以上であること。 ^{注2)}	0.35	最大値
		促進耐候性後 (常温時)		0.59	最大値

注1) ひび割れ追従性を特に必要とするものは、0.8mm以上とする。

注2) ひび割れ追従性を特に必要とするものは、0.4mm以上とする。

4.3 はく落防止仕様

当社の代表的なコンクリート構造物向けはく落防止仕様を表7に、その性能を表8に、押し抜き荷重試験の様子を図5に示す。

本仕様は近年当社で採用したしなやかで伸びがあり、仕上がり外観の優れたナイロン2軸メッシュシートを使用し、安定したはく落防止性能を提供できる最新のはく落防止仕様である。各構造物管理団体の規準に適合し、近年多くの施工実績を有する仕様である。



図5 押し抜き荷重試験

表7 レジガードHGシステム塗装仕様

工程	商品名	希釈率 (重量%)	塗装方法	標準使用量 (kg/m ²)	目標膜厚 (μm)	塗装間隔 (20℃)	
1	素地調整	漏水・ひび割れ等は事前に処理する。 表面の脆弱層、その他の塵埃や異物を完全に除去する。 突起物や段差等は動力工具や手工具を併用して平滑にする。 全表面を処理した後、ブラシ、ほうき、エアブロー等で被塗面を十分に清掃する。 表面含水率計 (kett社HI-500) にて表面含水率5%以下であることを確認する。					
2	プライマー	レジガード HGプライマー	無希釈	刷毛 ローラー	0.15	—	直ちに～7日
3	パテ 含浸接着 含浸目詰	レジガード ボンドHG	無希釈	ローラー コテ ヘラ	1.00	500以上	直ちに
4	貼付け	KSMシート	—	ローラー コテ	1.1 (m ² /m ²)		16時間～10日
5	上塗り	レジガードHG	5～10	刷毛 ローラー	0.15	50	—

表8 レジガードHGシステムの性能

項目	試験方法	試験条件	照査結果
はく落防止性能	JHS424 注2	—30℃ (試験温度) 注1 23℃ (試験温度) 50℃ (試験温度) 塗り替え後 補修後	適合 適合 適合 適合 適合
プライマーひび割れ含浸性能	JHS426 注4	—	適合
耐久性能	JHS425 注3	付着強度 ひび割れ抵抗性 塩化物イオン透過性	適合 適合 適合

注1：試験片作製は、10、23、40℃で実施

注2：押し抜き荷重試験

注3：負荷前後の各性能差を対比し性能照査を実施

注4：ひび割れに表面から含浸する性能をコンクリートの曲げ強度で評価する

表9 レジソークType1システム塗装仕様

工程	商品名	希釈率 (重量%)	塗装方法	標準使用量 (kg/m ²)	目標膜厚 (μm)	塗装間隔 (20℃)
1	素地調整	漏水・ひび割れ等は事前に処理する。 表面の脆弱層、その他の塵埃や異物を完全に除去する。 突起物や段差等は動力工具や手工具を併用して平滑にする。 全表面を処理した後、ブラシ、ほうき、エアブロー等で被塗面を十分に清掃する。 表面含水率計(kett社 HI-500)にて表面含水率5%以下であることを確認する。				
2	含浸塗布	レジソーク Type1	無希釈	刷毛 ローラー	0.19	—

表10 表面含浸材の性能(レジソークtype1)

試験項目	成績	試験方法
外観観察試験	含浸による外観変化がない。	土木学会コンクリート標準示方書 基準編 土木学会基準および関連基準(2007年制定) 15表面含浸材の試験方法 (JSCE-K 571-2005)による。
含浸深さ試験	4.4mm	
透水量試験透水比	4%	
吸水率試験(7日)吸水比	7%(吸水率0.1%)	
吸水率試験(10日)吸水比	10%(吸水率0.2%)	
透湿度試験透湿比	100%	
中性化に対する抵抗性試験 中性化深さ比	0%	
塩化物イオン浸透に対する抵抗性 試験塩化物イオン浸透深さ比	0%	
紫外線劣化抵抗性 紫外線劣化抑制率	96%	中日本高速道路株式会社 東京支社 コンクリート表面含浸工設計施工指針 平成21年6月 第2章 要求性能および性能照査方法による。
備考 <試薬の噴霧から深さまでの時間> 中性化深さ測定：直ちに 塩化物イオン浸透深さ測定：2時間		

4.4 表面含浸仕様

当社の代表的なコンクリート構造物向け表面含浸仕様を表9に示す。

本仕様は新たに制定されたJSCE-K 571-2005の試験方法において表10の結果を得ており、コンクリート表層4mm程度に酸素、二酸化炭素、水等の腐食因子の侵入を抑制する保護層を形成することが特徴である。図6に表面含浸材を施したモルタルを割裂し水に浸した後の撥水状況(断面)を示す。図7ではモルタルの表面に水滴を垂らした際の濡れ状況を塗布有り無しで比較している。表面含浸材を塗布することで表層よりの水の浸透がない状況が伺える。基材の最表層から内部におい

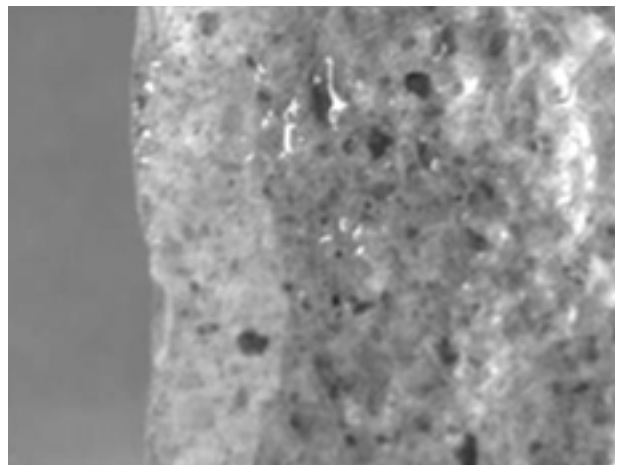


図6 表面含浸材塗布後の断面(水濡れ)

て腐食因子の浸透を阻止するバリア層が形成されており、これらによりコンクリート構造物の外観を損なわずコンクリートの塩害・中性化抑制効果が期待される。

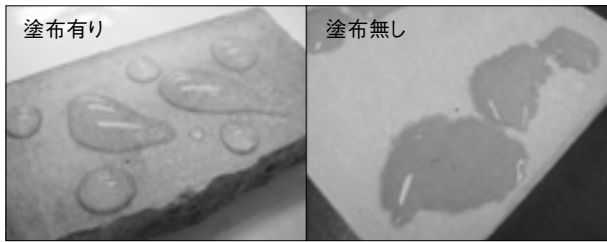


図7 表面含浸材塗布有無の表面（散水）

5. コンクリート構造物への塗装の展望

図8に駿河湾海上で6年間暴露されたコンクリート塗装供試体と無塗装供試体の表面から深さ方向に浸透した塩化物イオン量を比較したグラフ¹⁰⁾を示す。

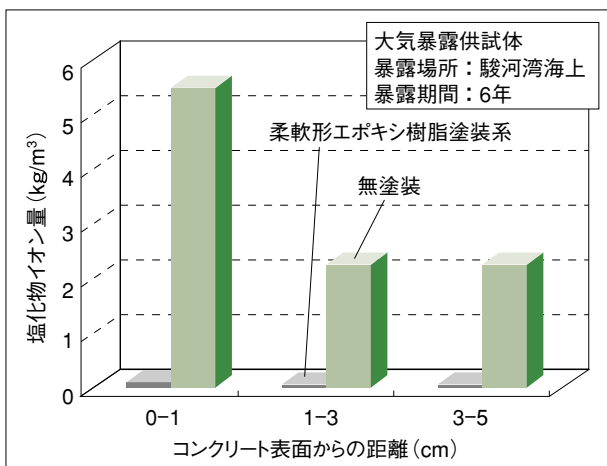


図8 暴露供試体の塩化物イオン量

これによると無塗装供試体が深さ方向に多量の塩化物イオンを含むのに対し、柔軟形エポキシ樹脂塗装を施した供試体は塩化物イオンの浸透を大幅に抑制していることが一目瞭然である。

コンクリートが将来的に許容ひび割れ幅を有していることを理解し、経年においてそれを十分に許容する厚膜柔軟形表面被覆を適用することにより、内部への腐食因子侵入を長期に渡り抑制し、コンクリート構造物とその

内部鉄筋を保護し続けることが可能である。

近年開発された表面含浸材においても現在の促進試験結果とこれまでの経年調査結果より塩害・中性化抑制に効果を発揮し、構造物の長寿命化、ライフサイクルコストの低減に期待が持たれる。

今後、期待される補修・補強工法としては、既に供用されている無塗装コンクリート構造物の劣化状況を適切に判断し、必要な処理（例えば脱塩・再アルカリ工法等）と表面保護工との組合せにおける性能照査を行ったのちの仕様提案等がある。

今後も“省力化”、“省工程化”、“長寿命化”、“ライフサイクルコストの低減”、“地球環境にやさしい”をキーワードに材料開発が進められていくことが予測されており、将来に向けて安全で安心なインフラ整備が進められる一土木材料として材料開発を行いたいと考えている。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会：道路橋の塩害対策指針（案）・同解説（1984）
- 2) 日本道路公団試験研究所：コンクリート保護工（1994）
- 3) (財)土木研究センター：コンクリートの耐久性向上技術の開発（1989）
- 4) (社)土木学会：表面保護工法 設計施工指針（案）（2005）
- 5) (社)土木学会：コンクリート標準示方書 規準編（2007）
- 6) 建設省，運輸省，農林水産省：
コンクリート構造物耐久性検討委員会資料（2000）
- 7) (社)土木学会：コンクリート標準示方書 施工編（1986）
- 8) レデミクストコンクリート（附属書）：JIS A 5308-1989
- 9) 小林一輔：コンクリートが危ない，p39：
(株)岩波書店（1999）
- 10) 近藤ら：第19回日本道路会議論文集，p1018-1019：
(社)日本道路協会（1991）