

海岸高架橋に適用したコンクリート塗装等の28年目の評価

東日本高速道路(株) 正会員 ○加藤 真一 東日本高速道路(株) 正会員 東田 典雅  
 東日本高速道路(株) 齋藤 正司 東日本高速道路(株) 正会員 小川 正幸  
 (株)ネクスコ・エンジニアリング新潟 正会員 野上 克宏

1. 目的

日本海に面した北陸自動車道親不知海岸高架橋は、冬季の季節風によってもたらされる波浪や波しぶきの影響を受ける厳しい塩害環境下に1985年から1987年にかけて建設された高架橋である。建設にあたっては、1984年に制定された道路橋の塩害対策指針(以下「塩害指針」)1)を基本に、鋼材かぶりの増加(上部工70mm)等の塩害対策を実施しているが、将来コンクリート塗装等による塩分の浸透防止等の対策が必要となることが予測された。このため、コンクリート塗装等の効果や耐久性の基礎資料を得ることを目的に、親不知IC海側ランプ部(写真-1)のPC中空床版橋でコンクリート塗装、浸透型塗膜、防食パネル(t=10mm)による塩害対策の試験施工を行った。本稿では、28年目に実施した実橋での調査結果に基づく、新設橋に適用した各種表面被覆の耐久性及び遮塩性等を評価した結果を報告する。



写真-1 各種表面被覆の適用箇所

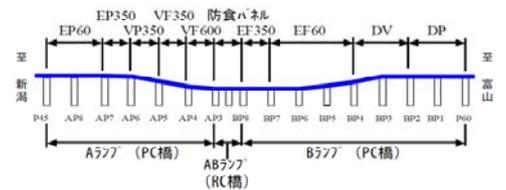


図-1 各種表面被覆の適用位置

2. コンクリート塗装等の概要

コンクリート塗装の種別は、塩害指針の塗装系を基本とし、中塗り、上塗りなどの厚さと種類を変化させて適用している(表-1)。コンクリート塗装の他に、浸透型塗膜(表-2)、防食パネルを施工した。浸透型塗膜は、主剤がコンクリート表面から数mm浸透して油性の被膜が形成され、塩化物イオン(以下「Cl<sup>-</sup>」)の浸透を抑制するものである。防食パネルは、ポリマーセメントモルタルとポリエチレンネット(10層)の複合体であり、埋設型枠として橋体周面を被覆しCl<sup>-</sup>の浸透を防止する塩害対策工である。

表-1 コンクリート塗装系の種別

種別	中塗り		上塗り種別 (30μm)	総膜厚 (μm)	塩害 指針
	種別	膜厚 (μm)			
EP60	E <sup>+</sup> キ樹脂	60	ポリアレタ	90	A種
EF60		70	フッ素	90	
EP350	E <sup>+</sup> キ樹脂	350	ポリアレタ	380	C種
EF350		350	フッ素	380	
VP350	ガラスフレーク入りビニルエポキシ樹脂	350	ポリアレタ	380	C種
VF350	ガラスフレーク入りビニルエポキシ樹脂	350	フッ素	380	
VF600	ガラスフレーク入りビニルエポキシ樹脂	600	フッ素	630	

EP: E<sup>+</sup>キ樹脂, ポリアレタ EF: E<sup>+</sup>キ樹脂, フッ素  
 VP: ビニルエポキシ樹脂, ポリアレタ VF: ビニルエポキシ樹脂, フッ素

表-2 浸透型塗膜の種類

種別	主剤	標準塗布量
DV	塩化ビニル樹脂エポキシ系	0.20 l/m <sup>2</sup>
DP	特殊変性ポリアレタ系	0.34 l/m <sup>2</sup>

3. 調査内容および結果

(1) 外観調査

支点付近5m範囲の損傷展開図と部位ごとの損傷率を図-2に示す。直接日光や雨水などに接する壁高欄付近では、すべてのコンクリート塗装で白亜化が見られた。橋面高さが高く波しぶきの影響が少ないEP60~VP350区間は、中塗がビニルエポキシ樹脂であるVP350を

		EP60	EP350	VP350	VF350	VF600	EF350	EF60
損傷率*	海側壁高欄							
	海側側面							
	下面							
	山側側面							
壁高欄	床版側面	3.1	1.4	6.0	5.2	4.0	2.8	2.2
	床版下面	1.3	0.5	5.5	5.2	60.9	4.6	5.1
		0.1	0.1	0.3	44.2	100.0	5.0	4.8

図-2 外観調査結果の一例

キーワード 塩害対策, コンクリート橋, コンクリート塗装, 表面被覆, 耐久性, 遮塩性

連絡先 〒950-0917 新潟県新潟市中央区天神1-1 プラウカ3 東日本高速道路(株)新潟支社 TEL 025-241-5159

除き損傷は少なかった。橋面高さが低く波しぶきの影響を受ける VF350～EF60 区間で中塗にビニルエステル樹脂を用いたものは上塗のはがれが著しかった。中塗にエポキシ樹脂と上塗にフッ素樹脂を用いた塗装系では、一部施工時の塗りムラによる減耗やはがれが認められるものの比較的損傷は少なかった。上塗のポリウレタン樹脂、フッ素樹脂ともに 28 年経過したことを考慮すると、高欄付近の白亜化を除き比較的良好な状態を保っており、特に EF タイプは、厳しい塩害環境下で光沢や撥水性も保たれており良好であった。

(2) 塗膜付着力調査

床版下面における塗膜付着力試験結果を表-3 に示す。これによると、いずれの塗装系においても規格値1.0N/mm<sup>2</sup>を上回っていた。また、剥離面に着目すると、中塗りにビニルエステル樹脂を使用したものや上塗りにポリウレタン樹脂を使用したものは、塗膜の層間で剥離したものが多かった。一方、上塗りにフッ素樹脂と中塗りにエポキシ樹脂を組合せたタイプでは、コンクリート母体で剥離するケースが多かった。

表-3 塗膜付着力試験結果

塗装種別	健全部		損傷部近傍	
	付着力 (N/mm <sup>2</sup> )	剥離面	付着力 (N/mm <sup>2</sup> )	剥離面
EP60	3.82	BC, BC, BC	3.89	A, A, BC
EP350	3.54	A, A, AB	4.02	A, A, A
VP350	—	—	2.56	B, B, B
VF350	—	—	3.08	B, B, B
VF600	—	—	2.11	B, B, B
EF60	3.37	A, AC, A	3.83	AB, AB, AB
EF350	3.18	A, A, A	2.20	A, AC, AC

コンクリート母体：A，コンクリート面・塗膜間：B，工具接着面：C

(3) 含有塩分量調査

床版下面の代表的なCl<sup>-</sup>濃度の分布を、無塗装の隣接上部工の分布と併せて図-3 に示す。EP、EF塗装系及び防食パネルは、塩分浸透はほとんどなく遮塩性能は確保されていた。DV、DP の塩分浸透量は、表面付近では無塗装より多く、内部への浸透も確認され遮塩性能は認められなかった。

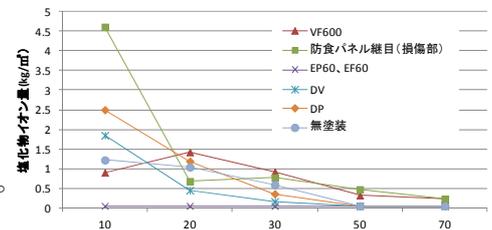


図-3 塩化物イオン濃度の分布

次に、Cl<sup>-</sup>濃度分布より浸透した塩分総量を算出した結果を20年目（平成19年）の調査結果と比較した（図-4）。これによると、中塗りにエポキシ樹脂を使用したタイプでは、膜厚に関係なく塩分を遮断していた。一方、中塗りにビニルエステルを使用したVF600は、20年目の調査時点で上塗りののはがれが確認されたものの、Cl<sup>-</sup>の浸透は比較的抑制されていたが、今回の調査では塩分浸透が確認され、中塗りの遮塩性能が低下していると推測された。また防食パネルは、パネル本体は塩分を遮断していたが、継目部で小規模な浮きが発生し、塩分の浸透が多くなっており、波しぶき等による継目からの塩分浸透を防止するため部分的な補修が必要と思われる。

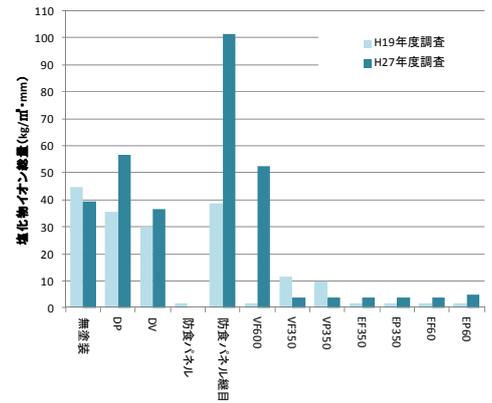


図-4 浸透した塩分総量

(4) EPMA 分析

EP60、EF60の分析結果を図-5 に示す。Cl は、いずれも低い濃度であった。その分布も表面が高く内部に向かって低くなるような濃度分布は見られないことから、Cl<sup>-</sup>の侵入はなくコンクリート塗装の遮塩性能は維持されているものと判断される。

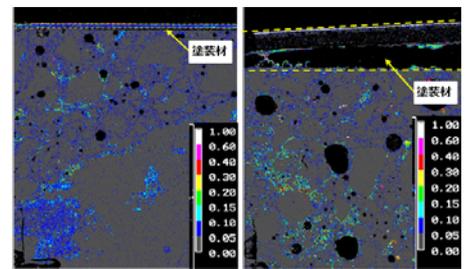


図-5 EPMA 分析結果

4. 評価・まとめ

各種表面被覆の試験施工の追跡調査から、①波しぶきの影響の厳しい区間に適用したEF塗装系、波しぶきの影響の少ない区間に適用したEP塗装系は、28年にわたり遮塩性を維持していることが確認できた。②VF600塗装系では、上塗りののはがれが広範囲に見られ塩分の浸透が確認されることから塗替えが必要である。また、EP、EF塗装系も過去の調査結果<sup>1)</sup>と比べてふくれや上塗りののはがれなどの損傷率が増加してきており適切な時期に塗替え等を行う必要がある。③防食パネルは、長期にわたる遮塩性、耐久性が期待できるが継目部の遮塩が課題であり、部分補修が必要と判断される。

参考文献

1) 齋藤 正司ほか：塩害環境下のコンクリート橋に適用した各種表面被覆の 20 年目の評価，コンクリート工学年次論文集，Vol.30，No.1，2008