

塩害環境下の橋梁下部工予防保全対策後の追跡調査結果

(株) ネクスコ・エンジニアリング新潟 正会員 ○野上克宏

(株) ネクスコ・エンジニアリング新潟 浅江大介

東日本高速道路(株) 新潟支社 打矢道人

東日本高速道路(株) 新潟支社 正会員 東田典雅

1. はじめに

北陸自動車道親不知海岸高架橋(以下、海岸橋)は、冬季の波浪の影響を受ける厳しい環境下に建設されることから、道路橋の塩害対策指針¹⁾に基づき各種塩害対策工を実施し供用されている。その中で、波しぶきを直接受ける橋脚においては、鋼材腐食対策として鋼材のかぶりを10cmとしている。これは、飛沫塩分量の測定結果をもとに決定したものである。しかし、供用後の下部工における外観調査の結果、ひび割れが確認されるとともに、含有塩分量調査結果では、想定していた以上の塩化物イオンの浸透が確認された。このことから、ひび割れ発生状況や浸透塩分量に応じた断面修復工、塩分浸透抑制のための表面保護工などの塩害予防保全対策を、1998年から2000年にかけて計画的に実施した。その後、10年経過した段階で追跡調査を行い、表面保護工による予防保全対策の効果が持続していることを確認している。²⁾

本稿は、対策から15年経過後の一部の橋脚に対し追跡調査を行い、含有塩化物イオン量および塗膜付着力試験結果について報告するものである。

2. 下部工の予防保全対策概要

下部工に適用した予防保全対策は、コンクリート塗装工による表面保護工を基本とし、対象の下部工にひび割れが確認された部分は、エポキシ系樹脂によるひび割れ注入工法、コンクリート表面の浮きなどの劣化状態に応じて、その劣化部分をウォータージェットによりはつり、ポリマーセメントモルタルによる断面修復工法を適用している。本稿で対象としている下部工の塗装仕様を表-1に示す。塗装の中塗り材は耐摩耗性に優れたポリブタジエンゴム系とし、その膜厚を波浪の影響を考慮して1,000 μ mとしている。上塗り材には耐候性を向上させるため、フッ素樹脂系の材料を適用し、波浪環境であることを考慮して膜厚を60 μ mとしている。

また、補修対象となる下部工のコンクリート配合を、表-2に示す。

表-1 塗装仕様

	材質	塗布量 kg/m ²	膜厚 μ m	層数
プライマー	エポキシ樹脂系	0.10	—	—
パテ		0.50	—	—
中塗り	ポリブタジエン ゴム系	0.75	500	2
上塗り	フッ素樹脂系	0.12	30	2

表-2 コンクリート配合

W/C %	S/a %	セメント kg/m ³	水 kg/m ³	細骨材 kg/m ³	粗骨材 kg/m ³
55.0	45.0	300	165	825	1020

3. 調査内容および方法

コンクリート塗装工の遮塩性を確認するため、下部工より ϕ 50mmのコアを採取し、採取したコアを深さ方向4cmまでは1cm、深さ方向4~8cmまでは2cmごとにスライスを行い、コンクリート内に含まれる全塩化物イオン量を、JIS A 1154の塩化物イオン電極を用いた電位差滴定法により求めた。

また、予防保全対策として適用したコンクリート塗装工の健全性を把握するため、塗装面に40mm $\times$ 40mmのアタッチメントをエポキシ樹脂系の接着剤で固定し、建研式接着力試験器により塗膜付着力の確認を行った。試験数は、6橋脚にて試験を行い、1箇所あたり3回の平均値を求めた。

キーワード 予防保全, 塩害対策, 耐久性, 断面修復, コンクリート塗装

連絡先 〒940-2033 長岡市上除町野田 80 (株) ネクスコ・エンジニアリング新潟 土木技術部 TEL 0258-46-4937

4. 調査結果

図-1 に下部工の補修段階での含有塩分量調査結果，10 年後の調査結果および今回の含有塩分量調査結果を示す。また，式-1 に，普通ポルトランドセメントの水セメント比による発錆限界塩化物イオン濃度³⁾について併せて示す。なお，式-1 による発錆限界塩化物イオン濃度は， 1.75kg/m^3 である。

$$C_{lim} = -3.0 (W/C) + 3.4 \quad (1)$$

ただし，

C_{lim} : 腐食発生限界塩化物イオン濃度 (kg/m^3)

W/C : 水セメント比

P59 では，断面修復材に塩化物イオンが認められるものの，前回調査よりも低い傾向を示している。P61，P64 および BP3 は，表面付近において発錆限界塩化物イオン濃度を超えている。これは，塗装表面に付着した塩化物イオンであるものと考えられるものの，深部においては低い結果となっていること，10 年および 15 年経過後も同様な傾向を示していることから，塗装の塩分浸透抑制効果はある程度継続しているものと考えられる。補修前調査時点での将来予測において，高濃度の防錆材混入モルタルによる補修の必要性が生じた断面修復厚さ 20mm 程度の P66 では，母体コンクリートで多量の塩化物イオンの分布が見られるものの，前回調査よりも低下傾向であり，表面付近では， 0.05kg/m^3 と少ない分布となっていることから，塩化物イオンの分布は内部からの再拡散によるものと推察する。

塗膜付着力試験結果の平均値を図-2 に示す。結果，一様な付着力ではないものの，付着力の平均値は，NEXCO の規格値 1.0N/mm^2 を満足する結果であった。

5. まとめ

含有塩分量調査の結果では，①防錆材混入モルタル（厚 20mm）による補修を行った P66 は，断面修復部へ内在塩分の再拡散が生じている，②100mm の断面修復を行った P66 以外の橋脚では，表面付近や内部の塩化物イオン濃度が高くなっている箇所が見られる，③H20 から H25 の経時変化では，いずれの橋脚においても，内在塩分の大幅な増加は見られない。塗膜付着力試験の結果では，規格を満たす結果となっており，その機能は十分果たしているものと考えられる。

以上のことから，現時点においては予防保全対策の効果は持続しているものと考えられる。

しかし，下部工の置かれている環境を考慮すると，今後も継続的にコンクリート塗装工の健全性を確認していくことが必要であり，コンクリート塗装工を評価する上では，含有塩分量調査も継続的に実施する必要がある。

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
- 2) 野上克宏ら：塩害環境下の橋梁下部工に適用した表面保護工の 10 年目の調査，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集，2011 年 10 月，(社)日本材料学会
- 3) (公社)土木学会：2013 年制定 コンクリート標準示方書[維持管理編]

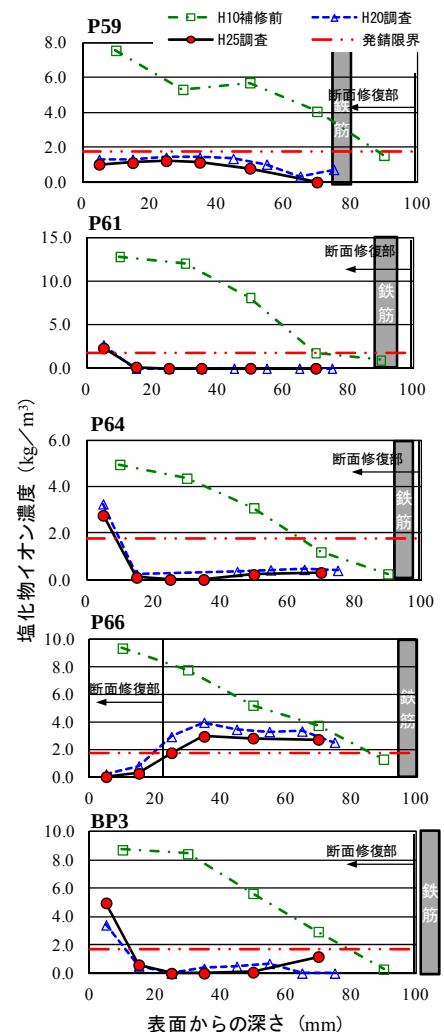


図-1 塩化物イオン分布図

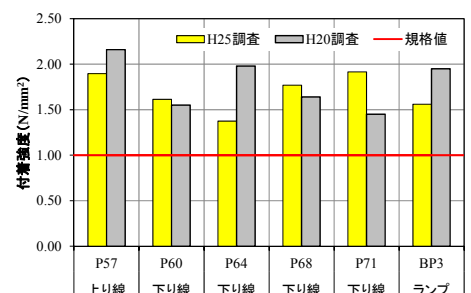


図-2 塗膜付着力試験結果