

영동고속도로 소래교 내염보수공법 시공사례

- Repair of Sorae Highway Bridge Damaged by Chloride Attack in Marine Environment -



정해문*
Haimoon, Cheong



안태송**
Tae-Song, Ahn



곽현준***
Hyun-Joon, Kwak



팽우선****
Woo-Sun, Paeng



지한상*****
Han-Sang, Chi



한복규*****
Bog-kyu, Han

1. 머리말

최근 들어 콘크리트 구조물의 내구성에 대한 사회적 관심이 높아져 설계, 시공단계에서는 물론 유지관리시 내구수명을 증진시키기 위한 많은 노력이 진행되고 있다. 해양환경에 노출된 콘크리트 구조물은 염해로 인한 조기열화로 손상을 받을 우려가 있어, 염해에 대한 내구성 향상을 위한 대책이 반드시 필요하다. 당시에서 유지관리하고 있는 고속도로 교량 중 서해안에 위치한 소래교의 교각 간만대 부위에 염분이 다량 침투되어 보수가 필요한 것으로 확인되었다. 그러나 염해에 의해 손상을 받은 교량에 대하여 보수공법을 적용한 사례가 국내에 거의 없어, 국내 해양환경 및 시공수준을 고려하여 적합한 보수공법을 검토하였다. 그 결과 염해손상의 차이를 보이는 해수접촉부위별로 내염보수공법으로서 전기방식공법과 내염도장공법을 적용하는 것으로 하여, 2003년과 2004년에 걸쳐 시공하였으며, 그 결과에 대해서 보

장소	인천광역시 남동구 논현동 소재			노선/이정	영동고속도로 3.67 km
연장	350.165 m	폭원	31.11 m	상부구조	강박스
총경간수	7	최대경간장	50 m	공용기간	10년, 2003년 보수당시 시점
교각콘크리트	피복 85.5 mm, 설계강도 24 MPa, W/C = 42 %, 시멘트량 = 420 kg/m ³				



그림 1. 소래교 전경

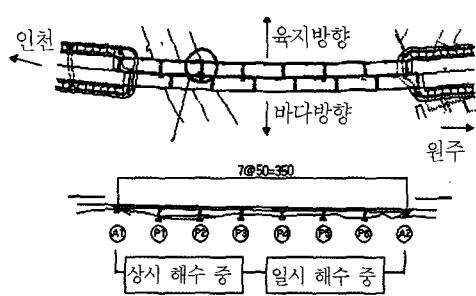


그림 2. 소래교의 교각 위치

고하고자 한다.

2. 소래교 개요 및 현장 환경 조사

소래교의 개요에 대해서 <표 1>에, 소래교 전경 사진과 각 교각의 위치를 <그림 1, 2>에 나타내었다. 소래교는 영동고속도로 시점부에 위치한 해상교량으로 상부구

조는 강박스로 되어 있고, 교각 중에서 P1과 P2 교각은 상시 해수 중에 위치하고, P3 ~ P6은 간조위 때는 지반이 드러나고 만조위 때만 해수와

접촉하고 있다. 본 교량이 위치한 곳의 조수간만 차는 최대 9.17 m 정도이고, 2003년도 조사 데이터로는 3.5 ~ 8.1 m 정도의 간만차를 나타내었다. 최대 8 ~ 9 m 정도의 큰 간만차 때문에 교각의 간만대 부위는 해수의 견습반복 작용으로 인한 염분의 침투가 현저하고, 교각의 상단부와 상부구조는 해상대기부로서 비래염분의 영향을 받는 환경이다. 약 3년간 측정한 비래염분량 조사결과, 평균 비래염분량이 0.2 mdd 정도의 작은 값을 보여 주고 있어 일본의 자료를 참고하여 보았을 때¹⁾, 소래교의 비래염분의 영향은 그다지 크지

* 정회원, 한국도로공사 도로교통기술원 책임연구원
** 정회원, 한국도로공사 도로교통기술원 수석연구원

*** 한국도로공사 구조물처과장

**** 정회원, 한국도로공사 구조물처 팀장

***** 정회원, (주)한국쇼본드건설 기술개발부 이사

***** 정회원, (주)한국쇼본드건설 기술개발부 과장

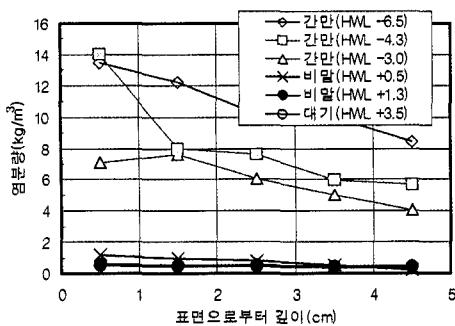


그림 3. 상시 해수 중인 P2 교각의 해수접촉 부위별 염분침투량

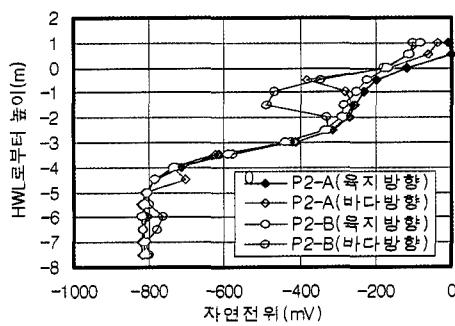


그림 4. 철근의 자연전위 측정결과

그림 5. 철근부식상태
(P2 교각의 간만대 HWL -6.5 m 부근)

표 2. 염해에 의한 열화 단계 및 표준적 보수공법 예

열화과정	정의	표준적인 보수공법	
잠복기 (잠재기)	강재의 피복두께 위치에 있는 염소이온농도가 부식발생한계농도에 달할 때까지의 기간	(표면처리) - 예방적으로 실시하는 공법	
진전기 (진전기)	강재의 부식개시로부터 부식 균열 발생까지의 기간	표면처리, 전기방식, 전기화학적 탈염	
가속기 (촉진기)	부식균열 발생에 의해 부식속도가 증대하는 기간	가속기 전기	표면처리, 단면복구, 전기방식, 전기화학적 탈염
		가속기 후기	단면수복
열화기 (한계기)	부식량의 증가에 의해 내하력의 저하가 현저하게 되는 기간	FRP접착, 단면복구, 외부케이블	

않은 것으로 예상되었다. 한편 시공여건을 살펴보면, 조수간만차가 크고 간만시 조류가 빨라 시공시간은 하루에 6시간 이상 확보하는 데 제한이 있고, 또한 소래포구가 인접해 있어 소형선박의 많은 왕래와 빠른 해수유입으로 인해 정밀시공의 어려움을 가지고 있다.

3. 염해에 의한 손상조사 및 보수대책선정

3.1 조사방법

염해에 의한 손상조사를 위해 교각이 상시 해수 중에 위치한 P1과 P2 교각, 일시 해수 중에 위치하는 P3 교각을 대상으로 외관관찰, 침투염분량 측정, 중성화 깊이 측정, 철근의 자연전위 측정을 실시하였다. 염분량과 중성화 깊이 측정을 위해 각 해수 접촉부위별로 코어시험체를 채취해, 침투 염분량과 중성화 깊이를 측정하였고, 철근의 자연전위는 포화 황산동 기준전극을 이용해 측정하였다. 해수접촉부위는 간만대, 비밀대, 해상대기부로 정하였는데, 간만대

는 LWL ~ HWL, 비밀대는 HWL 위로 2 m, 해상대기부는 비밀대 위로 하였다.

3.2 조사결과

외관조사결과, 상시 해수 중, 일시 해수 중 교각 모두 철근부식에 의한 균열이나 탈락현상은 발견되지 않았다. 중성화 깊이 측정결과, 5 ~ 8 mm 정도였고, 해수접촉 부위별로의 유의한 차이를 나타내지는 않았다. 염분침투량 조사결과의 일례를 <그림 3>에 나타내었다. 상시 해수 중인 P2 교각의 해수 접촉 부위별 염분침투량 결과로서, 그림에서 알 수 있듯이 간만대 부위에서 염분이 매우 많이 침투하였고, 간만대 중 특히 해수의 접촉이 더욱 빈번한 간만대 하부에서 침투량이 더욱 많은 것을 볼 수 있다. 반면 HWL 근방과 해상대기부의 경우에는 염분침투량이 매우 적게 나타났다. 이와 같이 비밀대와 해상대기부 콘크리트의 염분침투량이 작게 나타난 것은 비래염분량이 작은 것과 관련이 있다. 한편, 철근 위치(피복두께 85.5 mm)에서의 염분량을 확인한 결과 상시 해수 중인

P1과 P2 교각의 간만대 부위는 철근부식 임계염분농도로 알려져 있는 1.2 kg/m^3 을 모두 초월한 것으로 나타났고, 일시 해수 중 교각 P3 교각은 보수시점 당시 아직 초월하지 않은 것으로 나타났다. <그림 4>는 상시 해수 중인 P2 교각 철근의 자연 전위 측정결과를 나타낸 것이다. 간만대 중 HWL -2 m 이하에서 자연전위가 -350 mV 이하로 나타나 염분침투에 의한 철근부식 발생의 우려가 매우 높은 것으로 나타났다. <그림 5>에 철근부식 상태의 일례를 보여주고 있는데, 침투염분량 및 전위 측정 결과로부터 예상한 결과보다는 경미한 것으로 나타났다. 이는 해수와의 접촉이 빈번해 높은 합수율을 보이므로 콘크리트 중의 용존산소량이 작은 것에서 기인된다고 판단된다.

3.3 내염보수대책의 선정

<표 2>에 염해에 의한 열화단계에 대한 설명과 각 열화 단계별로 표준적으로 실시 할 수 있는 보수공법 예를 나타내었다²⁾. 이러한 열화 단계에 맞춰 보면 상시 해수 중 교각의 간만대는 진전기에, 상시 해수 중 교각의 비밀대와 해상대기부, 일시 해수 중 교각의 간만대와 비밀대, 해상대기부는 잠복기 상태에 있는 것으로 확인되었다. 철근부식 발생 임계염분농도 이상 침투하여 이미 철근부식이 진행되고 있다고 판단되는 진전기에 있어서 선택할 수 있는 보수공법들은 단면복구, 전기방식, 전기적 탈염 공법 등이 있는데^{2,3)}, 이 중 단면복구공법은 염분에 오염된 피복 콘크리트를

제거한 후 철근을 방청처리한 다음, 시멘트계 재료로서 단면을 복구시키는 방법으로 보수 후 매크로셀에 의한 부식현상이 발생되어 재 열화될 가능성이 커 진전기에 들어섰을 경우 적합하지 않고, 또 조수간만의 차가 커 시공시간의 확보 및 정밀시공이 어려워 본 현장에서는 적합하지 않은 것으로 판단되었다. 전기적 탈염공법은 아직까지 시공실적이 국내에서 전무하며 아직도 공법자체가 검증되어야 할 사항이 많은 것으로 보고되고 있다. 한편 전기방식 공법은 외국에 시공실적이 많고 기술적으로도 확립되어 있으며, 방식전류가 공급되는 한 철근의 부식 진행을 근본적으로 억제하는 것이 가능하므로 진전기 이후의 보수공법으로서 적합하다고 판단되어, 소래교의 해상교각 간만대 부위에 대해서 내염보수공법으로서 전기방식공법을 실시하는 것으로 하였다.³⁾

상시 해상 교각의 비말대 부위와 일시적으로만 해수와 접촉하는 교각의 간만, 비말대 부위에 대해서는 염화물 침투량이 비교적 적어 아직까지 철근 위치에서의 염분량이 부식을 발생할 정도까지 도달하지 않았으므로 해수에 의한 염분공급을 차단하는 내염도장공법을 적용하는 것으로 하였다. 소래교의 해수 접촉부위별 염해 손상 단계 및 보수 대책을 <표 3>에 나타내었다.

표 3. 소래교 교각의 염해손상상태 및 내염대책 선정결과

구분	해수접촉부위	염해손상단계	내염대책
P1, P2 (상시 해수 중)	간만대	진전기	전기방식
	비말대, 해상대기부	잠복기	내염도장
P3 ~ P6 (일시 해수 중)	간만대	잠복기	내염도장
	비말대, 해상대기부	잠복기	내염도장

표 4. 전기방식공법 종류

구분	종류
방식전류 공급	- 희생양극법, 외부전원법
	- 면타입(티타늄메쉬, 판넬양극, 도전성 도료, 티타늄 용사, 도전성 모르타르 방식 등)
	- 선타입(티타늄리본메쉬, 티타늄 그리드 방식 등)
양극재 종류 및 형상	- 점타입(티타늄 로드 방식 등)
양극재 피복	- 속크리트 시공, GFRP 거푸집 주입시공 등

4. 내염보수공사

4.1 전기방식공사

4.1.1 적정 전기방식공법 선정

철근 콘크리트 구조물에 적용하는 전기방식공법은 양극재의 재질 및 형태, 양극재 피복재의 시공방법 등에 따라 매우 많은 공법들이 제시되어 있다. 현재 실용화되어 적용중인 전기방식공법의 종류를 <표 4>에 나타내었다. 적정 전기방식공법 선정을 위해 ①소래교의 설계당시 수명을 50년으로 설정하였고, 보수시점에서 10년 공용하였으므로, 보수 후 최소 40년 이상 염해에 대하여 대대적인 보수를 시행하지

않을 것 ②조수간만이 크므로 단시간에 정밀한 시공이 가능할 것 ③국내의 기술로 시공이 가능할 것. 이 세 가지를 만족하는 공법을 일본토목학회 「전기화학적방식공법 설계시공지침(안), 2001」을 참조하여 검토하였다. 그 결과를 <표 5>에 나타내었으며, 표에서 보이듯이 방식전류의 공급은 외부전원법으로 양극재의 종류 및 형상은 티타늄 모르타르 양극으로, 양극재 피복시공법은 FRP제 영구거푸집을 사용해 모르타르 주입하는 방법을 채택하였다.

4.1.2 전기방식공 시공

본 시공에 앞서 선정한 방법에 대한 검증을 위해 P2 하행 교각을 대상으로 2003년

표 5. 적정 전기방식 선정을 위한 검토내용

고려한 요인	검토 내용	검토 결과
교량 형태와 대상부위, 환경조건	- 방식범위가 큰 대형 구조물이므로, 희생양극법 보다는 외부전원법이 유리. - 간만의 차가 심하고, 선박이나 그 밖의 부유물에 의한 충격을 받는 위치이므로, 양극재의 형태가 도료, 용사 방식 등과 같이 양극이 표면에 노출되는 방법은 적당하지 않음.	외부전원법, 양극재 피복시공
피복콘크리트 열화 정도	- 박리, 들뜸, 균열등과 같은 콘크리트의 열화가 발생하지 않았으므로, 현 상태에서는 희생양극법을 적용할 필요는 없음.(희생양극법은 신설시 유리)	외부전원법
목표내구수명(양극재의 내용년수)	- 통산 티타늄계에서는 미국방식협회(NACE) 규격 통과제품이라면 40년 이상의 내용년수를 확보하는 것이 가능하다고 알려져 있고, 현재까지는 티타늄이 가장 내구성이 우수한 것으로 알려져 있으므로, 양극재는 티타늄으로 정하는 것이 좋을 것이라고 판단.	티타늄 양극재 사용
방식성능	- 신설시에는 양극재 타입에 따른 방식성능의 차가 크지 않으나, 기존 구조물의 보수시에는 선이나 점타입이 시공에 제약이 따르므로 균일한 방식전류를 공급 받는 면에서 면타입이 유리하다고 판단.	티타늄 메쉬 양극 사용
시공성 및 미관	- 큰 조수간만차로 인하여 조류의 속도가 빠르며, 1일 시공가능시간이 6시간 이내로 제한되어 있어 빠른 해수유입으로 인해 속크리트 시공은 불가. 거푸집 후 주입시공. - 조속한 시공시간 확보와 해수와 직접 접촉하므로 경량의 비부식성 재료의 거푸집 사용.(플라스틱재가 적당) - 포구가 근처에 있어 소형 선박의 왕래가 많고 하천 하류와 인접해 있어 각종부유물에 의한 충격의 영향이 커, 충격에 의한 기계적 성질이 우수한 FRP제가 적당.	FRP제 영구거푸집 후 주입시공법 적용
시공실적	- 티타늄 메쉬 양극방법이 가장 오래되고 시공실적이 많음.	티타늄 메쉬 양극 방식
적용 방식	- 외부전원법에 의한 전기방식 - 양극재 재질 및 형태 : 티타늄 메쉬 - 양극재 피복방법 : FRP 영구거푸집에 의한 모르타르 주입	

표 6. 전기방식공사 개요

구분	내용
공사기간	- P2(상행) : 2003년 10월 21일 ~ 12월 15일 - P1(상행), P1(하행), P2(하행) : 2004년 5월 10일 ~ 12월 5일
공사면적	- 총 411.27 m^2 - P1(상행) : 95.64 m^2 , P1(하행) : 107.47 m^2 - P2(상행) : 100.80 m^2 , P2(하행) : 107.36 m^2
방식설계 개요	- 방식설계수명 : 40년 이상 - 방식기준 : 100 mV 분극, 파방식 고려하여 -1.086 V (vs 이산화망간 전극 기준) 보다 플러스(+) 방향

표 7. 양극재 피복 모르타르의 품질규격 기준

시험항목	시험조건	규격
휨강도	KS F 4042	6 MPa 이상
압축강도	KS F 4042	24 MPa 이상
증성화저항성	KS F 4042	2 mm 이하
투수량	KS F 4042	20 g 이하
물흡수계수	KS F 4042	$0.5 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}^{0.5}$ 이하
습기투과저항성	KS F 4042	2 m 이하
염화물침투저항성	KS F 4042	1,000 쿨롱 이하
길이변화율	KS F 4042	± 0.15 이내
부착강도	표준, 습윤, 내알칼리성시험후, 온냉반복시험후	1.5 MPa 이상 계면파괴가 없을것
열팽창률	경화수축시험후	2.0×10^{-5} 이하
전기비저항	4점 전극법 혹은 정전압측정법	100 kΩcm 정도 이하

에 시험시공을 실시하였고, 2004년에 나머지 P1 상하행과 P2 상행 교각을 시공하였다. 전기방식공사에 대한 개요를 <표 6>에 나타내었다. 전기방식 공사는 교각의 조수간만대로서 시공여유를 생각해 각각 HWL과 LWL로부터 위와 아래로 0.5m를 더한 범위로 설정하여 시공하였다.

(1) 표면처리

콘크리트 표면에 부착된 패각류의 제거와 양극재 및 피복 모르타르의 부착성능을 높이기 위하여 콘크리트 표면을 저압의 워터젯을 사용하여 바탕처리 하였다. 이 후 샌더 그라인더를 사용하여 작은 이물질까지 완전히 제거하였다.

(2) 단자 및 기준전극 설치

방식회로 형성 및 확인을 위해 콘크리트 내에 단자 및 매설형 기준전극을 설치하였

다. 본 교량에 사용된 전극은 해양환경에서 가장 적합한 염화온 전극을 사용하였으며 자연전위결과로부터 철근의 부식상황을 고려하여 각 교각마다 방식 대상 범위의 상부와 하부, 2곳에 설치하였다.

(3) 양극재 설치

방식전류를 균일하게 적용하기 위해서 티타늄 모르타르 형태의 양극재를 교각에 둘러 설치하였다. 이때, 방식전류에 영향을 주지 않도록 플라스틱 못을 사용하여 고정하였고, 티타늄제 분배 띠를 설치하였다.<그림 6>

(4) FRP제 영구거푸집 설치

FRP 영구거푸집은 현장조립을 고려하여 두 개로 분할하였으며 반원 형태로 제작하였다. 또한, 부식방지를 위해 스테인리스 앵커를 사용하여 거푸집을 연결 및 정착하였

었다(<그림 7>). FRP 영구거푸집 설치시 피복두께(30 mm)를 확보하기 위하여 스페이서를 6군데 설치하였다. FRP 영구거푸집은 모르타르가 경화될 때까지 보호하는 역할을 감안할 때 측압 및 주입시 발생하는 압력에 대한 고려가 필요하여, 두께 7 mm의 적층 FRP를 사용하였다.

(5) 양극재 피복 모르타르 주입

서해안의 큰 조수간만 차에 의한 빠른 해수유입으로 인하여 제한된 시간안에 피복 모르타르 주입을 완료하기 위하여 속경형 수중 불분리 모르타르를 사용하였다. 양극재 피복 모르타르는 기계적 물성은 물론 내구성, 전기저항 특성 등이 모두 요구되므로 <표 8>과 같은 품질규격을 만족하는 제품을 선정하여 사용하였고, 본 공사의 특징상 주입용이성을 위해 우수한 유동성을 나타내는 제품으로 하였다. 모르타르의 주입은 공극발생을 최소화하기 위해서 하부에서 주입하는 방식으로 시공하였다.

(6) 배선 배관 및 직류전원장치 설치

전원 공급과 기준전극 모니터링을 위해 배선, 배관을 하였다. 해양환경을 고려하여 배선, 배관재, 접속상자 등은 내구성이 우수한 제품으로 시공하였고, 최적 방식성능과 유지관리 편이성을 고려하여 방식회로를 4개로 형성시켜 각 교각마다 1개의 회로를 구성하도록 하였다(<그림 8>). 시공 후 모습은 <그림 9>와 같다. 잣은 선박 왕래에 의한 충돌방지를 위해 플라스틱제 충돌방지 시설을 설치하였다.

(7) 통전시험

공급하는 방식전류량을 결정하고, 방식기준으로 정한 분극량을 만족하는지 확인을 위해 통전시험을 실시하였다. 단자 및 기준전극 설치시 시공한 단면복구재와 양극피복재의 철근부동태막의 형성과 수화반응의 영향을 고려하여 모르타르 주입 4주

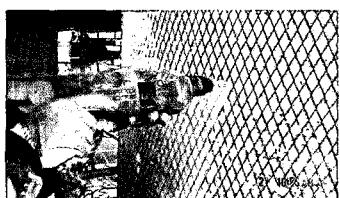


그림 6. 양극재 설치

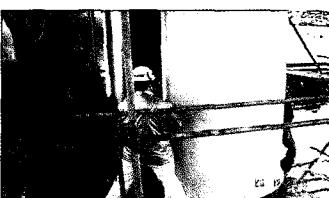


그림 7. FRP 거푸집 설치

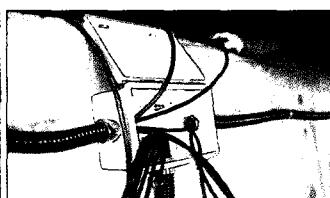


그림 8. 배선 및 배관



그림 9. 완공후 모습

표 8. 통전시험으로부터 얻은 100 mV 분극시의 전류밀도(mA/m²)

UNIT 1(P1 하행)				UNIT 2(P2 하행)			
No. 1 (바다방향, 하부)	No. 2 (바다방향, 상부)	No. 3 (육지방향, 상부)	No. 4 (육지방향, 상부)	No. 5 (바다방향, 하부)	No. 6 (바다방향, 상부)	No. 7 (육지방향, 상부)	No. 8 (육지방향, 상부)
45.03	47.67	47.67	47.67	42.65	37.91	45.02	45.02
UNIT 3(P2 상행)							
No. 9 (바다방향, 하부)	No. 10 (바다방향, 상부)	No. 11 (육지방향, 상부)	-	No. 12 (바다방향, 하부)	No. 13 (바다방향, 상부)	No. 14 (육지방향, 상부)	No. 15 (육지방향, 상부)
42.15	42.15	46.83	-	42.65	37.91	45.02	45.02

표 9. 코팅식 내염도장재료 품질규격 기준

구분	참고시험방법	기준치
도료	용기 내에서의 상태	KSM 5000 이상 없을 것
	혼합성	KSM 5000 균일하게 혼합될 것
	도장작업성	KSM 5000 이상 없을 것
	경화전조시간	KSM 5000 16 ~ 24시간 이내
	도막의 외관	일본도로공단법 결함이 없을 것
	염화물 투과성	일본도로협회 <1.0×10 ⁻³ mg/l·cm ² ·day
	투수성	KSF 2451 투과되지 않을 것
	산소투과성	KSM 3052 <10×10 ⁻¹³ mol/m ² ·s·Pa
	수증기투과성	KSA 1013 <5 mg/cm ² ·day
	균열추종성	일본도로공단법 >0.8 mm (>0.4 mm 저온, 온냉반복 시험후)
도막	부착강도	KSF 4715 계면파괴 없을 것 >1.5 MPa
	중성화저항성	촉진중성화 10주 중성화깊이 <1 mm
	동결융해저항성	ASTM C 666(A법) 외관상 변화 없을 것 내구성지수 80% 이상

후에 시험을 실시하였다. 통전시험으로부터 얻은 100 mV 분극시의 전류밀도는 표 8에 나타내었다. 100 mV 분극에 필요한 전류밀도는 37.91 ~ 47.67 mA/m² 정도인 것으로 나타났는데, 대기 중에서 실시한 전기방식의 경우 일반적으로 10 ~ 30 mA/m²인 것³⁾과 비교해 보았을 때 큰 것으로 나타났다. 복극량 시험결과 모든 측정지점에서 100 mV 이상 분극되어, 철근이 방식상태에 있는 것으로 확인되었다.

4.2 내염도장공사

상시 해수 중 교각의 비밀대와 일시 해수 중 교각의 간만대 및 비밀대에 내염도장 공사를 실시하였다. 앞서 나타낸 대로 간만대에서의 염분침투량이 비밀대보다 훨씬 높은 것으로 나타나, 간만대에는 코팅식 내염도장을, 비밀대에는 침투식 내염도장을 시공하는 것으로 하였다. 간만대의 경우 지속적으로 반복되는 해수의 접촉으로 표면에서의 함수상태가 높아 수증경화 형태의 내염도장재를 사용하는 것으로 하

을 적용하였다. 코팅식 내염도장재는 수중 경화형으로서 프라이머와 퍼티는 애폐시계, 중도와 상도는 폴리우레탄으로 구성된 제품이었고, 침투식 도장재는 실란계 발수 제제였던 것이다. 도장시공완료 후 코팅식 도장은 부착강도, 침투식 도장은 침투깊이를 측정한 결과, 모두 기준치(부착강도 1.5 MPa 이상, 침투깊이 4 mm 이상)를 넘는 것으로 확인되었다.

5. 맺음말

서해안에 위치한 고속도로 교량인 소래교의 교각 간만대 부위에 염분이 다량 침투하여 보수가 필요한 것으로 확인되어, 국내 해양환경 및 시공수준을 고려한 보수 공법을 검토하여 전기방식공법과 내염도장 공법을 적용하여 보수하였다.

상시 해수 중에 위치한 교각의 간만대 부위는 철근 위치에서의 부식임계염분농도를 초월하여 염해염화단계상 진전기에 접어들었고, 상시 해수 중 교각의 비밀대, 해

표 10. 침투식 내염도장재의 품질규격 기준

시험항목	시험방법	규격값
도포후 외관	KSF 4930	변화 없을 것
침투 깊이(mm)	KSF 4930	4 이상
내 표준 상태	KSF 4930	물흡수계수비 0.1 이하
흡 내알칼리성 시험 후		물흡수계수비 0.2 이하
수 저온 · 고온 반복 시험 후		
성 측진 내후성 시험 후		
내투수 성능	KSF 4930	투수비 0.1 이하
염소이온침투저항성(mm)	KSF 4930	3 이하

였고, 도장재의 선정시 <표 9, 10>의 품질기준

상대기부와 일시 해수 중 교각의 전부분은 염화물이 침투되었으나, 아직 임계농도를 초월하지 않아 잠복기 상태에 있는 것으로 확인되었다. 이러한 염해손상 상태 조사 결과와 방식성능, 내구수명, 시공여건 등을 고려하여 상시 해수 중 교각의 간만대 부위는 FRP제 영구거푸집과 속경형 수증 불분리 모르타르를 이용한 공법을 적용하였고, 상시 해수 중 교각의 비밀대와 일시 해수 중 교각 전부분은 내염도장 공법을 적용하였다. 본 시공사례를 통해 적용한 내염보수공법은 조수간만차가 큰 국내 서해안 환경에 놓여 있는 해안교량에 적합한 공법이라고 판단된다. 본 시공사례는 국내 해안교량에 최초로 적용된 보수공사로서 향후 많은 연구개발을 통해 국내설정에 맞는 보다 합리적이고 경제적인 보수공법이 검토되어야 할 것으로 생각된다. □

참고문헌

1. 大即信明, “コンクリート構造物の耐久性シリーズ-鹽害(I)”, 技報堂, 1986.
2. 일본토목학회 콘크리트위원회, “콘크리트 표준시방서 유지관리편”, 일본토목학회, 2001.
3. 일본토목학회, “전기화학적방식공법 설계 시공지침(안)”, 2001.