

우리나라 해안의 비래염분에 대한 지역계수 산정

Area index of airborne chlorides at the seashore in Korea

이종석* 최원성** 안기홍*** 이장화****
Lee, Jong Suk Choi, Won Sung Ahn, Ki Hong Lee, Jang Hwa

ABSTRACT

Concrete structures in the seashore are greatly affected by salt attack primarily due to airborne chlorides like it can be seen through the corrosion of rebar. This study intends to investigate characteristics on the salinity of the airborne chlorides in terms of areas. Salinity measurement devices were installed at 27 areas along with seashore throughout the country.

The area index for airborne chlorides were established according to the measurements. In Gochang and Taean area showed higher value of area index over 10. In addition, the Eastern coast showed higher index compared to the Western and Southern coast.

1. 서론

해안 대기중의 비래염분은 해안 인근 구조물의 철근부식을 일으키는 주요한 열화요인이다. 따라서, 해안에 인접한 콘크리트 구조물에 날아드는 염분량 등을 측정·평가하는 것은 대상 구조물의 염화물 확산계수 산정에 중요한 역할을 하며, 또한 콘크리트 구조물의 설계·시공 및 유지관리에도 중요한 기초자료로 활용될 수 있다.

그러나, 비래염분은 계절풍, 지역풍, 해안의 형상, 조수간만의 차이, 수심, 지리적 위치, 지면으로부터의 높이 등 환경적 및 지역적인 요인이 지배적인 변수로서 지역적인 편차가 심하게 나타나 정량적인 자료를 확보하기 위해서는 많은 시간과 노력이 필요하게 된다.

상기 열거한 여러 가지 비래염분량에 영향을 미치는 인자 중에서 본 연구에서는 지역별 비래염분량의 분포를 검토하여 비래염분에 대한 지역계수를 산정하고자 하였다. 이를 위하여 전국 해안가 27개 지역에서 비래염분량을 매월 3년간 측정하였다.

2. 비래염분량 측정 개요

2.1. 비래염분량 측정장치

* 정회원, 한국건설기술연구원 선임연구원
** 정회원, 한국건설기술연구원 연구원
*** 정회원, 한국건설기술연구원 기술원
**** 정회원, 한국건설기술연구원 연구위원

비래염분을 측정하기 위한 장치는 그림 1과 같이 구성하였으며, 일본공업규격(JIS Z 2382)에서 제안된 건식 거즈를 사용하는 비래염분포집기 및 일본 토목연구소에서 제작한 스테인리스식 비래염분포집기와 비교실험을 거쳐 비래염분 포집에 있어 우수한 성능이 입증된 포집기이다.¹⁾

그림 1의 비래염분 포집기는 포집면적이 10cm×10cm이며, 박스 내부에는 10cm×12cm 포집판을 2개 설치하였다.

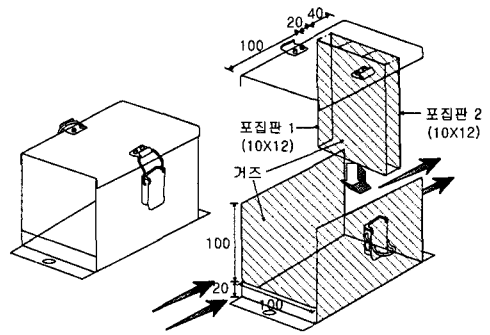


그림 1. 비래염분 포집기(K3식, 단위:cm)

2.2. 비래염분량 분석

염분 포집에 사용되는 거즈는 의료용 거즈를 증류수에 1일 동안 침지하여 불순물을 제거한 후 사용하였으며, 1개월간의 포집이 끝난 거즈시료는 500g 증류수가 담긴 비이커에 넣고 잘 저어 3시간 이상 방치한 후 약 5분 간격으로 3회 이상 휘저어준 다음 질산은에 의한 침전 적정법을 사용하여 염화물을 측정하였다. 비래염분량을 표시하는 단위는 10cm×10cm의 면적을 통과하여 포집되는 1일 동안의 염분량으로 NaCl mg/100cm²/day (이하 MDD)와 같이 나타내었다.

2.3. 100m 지점 비래염분량으로 환산 방법

각 지역별로 측정된 비래염분량은 해안으로부터 거리가 일정하지 않기 때문에 상호 비교를 위해서 해안으로부터 100m 지점의 거리로 환산하였으며, 측정지점이 100m 이하에만 있는 경우와 100m 이하와 이상의 지점에 동시에 측정지점이 있는 경우를 분리하였다. 적용되는 비래염분 감소율은 해안으로부터 거리에 따른 감소량에서 구하여 적용하였다.²⁾

- 100m 이하 지점에서의 측정자료만 있는 경우

동해안의 주문진, 부산, 서해안의 인천, 아산만, 천수만, 함평, 목포, 남해안의 고흥, 광양, 진해지역이 해당되며, 환산식은 다음과 같다.

$$C_{100m} = \frac{D_{100m} \times S_a}{D_a} \quad (1)$$

여기서 C_{100m} : 100m 지점의 환산 비래염분량 (MDD), D_a : a 지점의 비래염분 감소율 (%)

S_a : 100m 이전 지점 a의 비래염분량 (MDD), D_{100m} : 100m 지점의 비래염분 감소율 (%)

- 100m 이하 및 이상의 지점에서 측정자료를 모두 확보하였을 경우

동해안의 고성, 울산, 속초, 울진, 서해안의 보령, 변산, 남해안의 해남, 장흥, 사천, 거제, 마산이 해당되며, 환산식은 다음과 같다.

$$C_{100m} = S_a - (S_a - S_b) \left[\frac{(D_a - D_{100m})}{(D_a - D_b)} \right] \quad (2)$$

여기서 S_a : 100m 이전 지점 a의 비래염분량 (mg/100cm²/day), D_a : a 지점의 비래염분 감소율 (%)

S_b : 100m 이후 지점 b의 비래염분량 (mg/100cm²/day), D_b : b 지점의 비래염분 감소율 (%)

D_{100m} : 100m 지점의 비래염분 감소율 (%)

2.4. 대상 지역 및 측정장치 설치

지역별 비래염분량을 조사하기 위하여 동해안 9개 지역, 서해안 10개 지역, 남해안 8개 지역 총 27개 지역을 선정하여 비래염분 포집장치를 설치하였다. 측정 지역 간의 간격은 약 50km 정도를 유지하였다. 각 측정지점은 1개 지역당 2개소를 기본으로 하였으며, 각각 해안으로부터 거리 5~30m, 50~200m의 범위에 설치하였다.

3. 측정결과에 대한 고찰

전국 해안가의 27개 지역에서 3년간 측정된 자료를 해안으로부터 거리 100m 지점의 비래염분량으로 환산한 값을 표 1에 나타내었다.

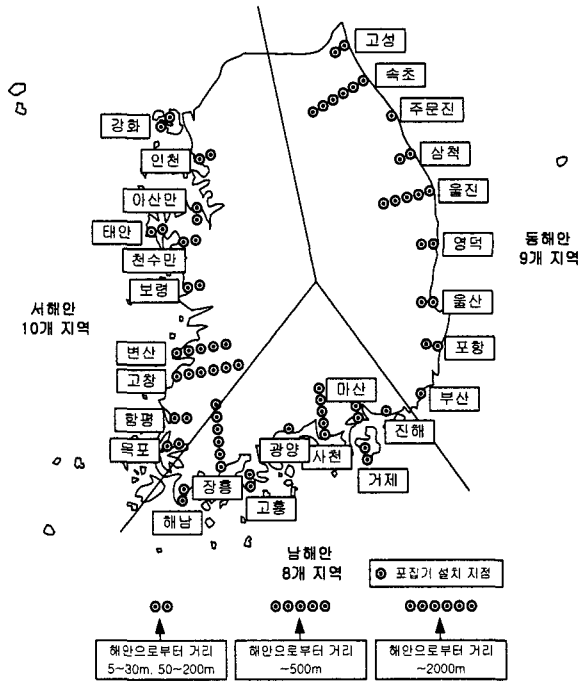


그림 2. 측정장치 설치 위치도

3.1. 지역별 비래염분량 비교

표 1에서 보면, 동해안의 경우 지역별로 2.2~7.7 MDD 정도로서 부산지역이 가장 적게 나타났고, 주문진울산 지역이 약 7.7 MDD로 가장 크게 나타났다. 그 외의 지역은 4~7 MDD로서 지역간의 편차가 비교적 크게 나타나는 않았다.

서해안의 경우, 고창과 태안에서 각각 11.4, 16.0 MDD의 높은 비래염분량을 나타내었으며, 보령과 함평의 경우 4.5 MDD 전후, 그 외의 지역에서는 1 MDD 부근의 비교적 적은 비래염분량을 나타내어 지역차가 심하게 나타났다. 이렇게 심한 지역적 편차가 나타나는 것은 서해안이 동해안에 비해 해안의 형상이나 수심 등 국지적인 환경이 다양한 것에 기인하는 것으로 사료된다.

남해안의 경우, 전반적으로 0.7~3.5 MDD 정도의 적은 비래염분량을 나타내었으며, 거제의 경우에만 상대적으로 높은 비래염분량을 나타내었다. 거제지역을 제외하면 전반적인 지역적인 편차는 1 MDD 이내로 매우 적게 나타났다. 이것은 남해안이 전반적으로 비래염분량이 적게 발생하는 환경이면서 각 지역별로 비슷한 비래염분 발생환경을 갖고 있기 때문으로 분석된다.

표 1 비래염분에 대한 지역계수

동해안		서해안		남해안	
지역	지역계수	지역	지역계수	지역	지역계수
고성	4.3	강화 1	1.0	해남	2.0
속초	2.4	강화 2	0.8	장흥	1.2
주문진	7.7	인천	1.1	고흥	0.7
삼척	6.7	아산만	1.0	광양	1.2
울진	5.1	태안	16.0	사천	1.6
영덕	3.0	천수만	0.9	거제	3.5
포항	6.2	보령	4.7	마산	1.1
울산	7.6	변산	2.2	진해	0.9
부산	2.2	고창	11.4		
		함평	4.2		
		목포	1.0		

Unit : (NaCl
mg/100cm³/day)

3.2. 연차별 해역의 비래염분량 비교

동해, 서해, 남해안의 각 해역별 비래염분량에 대한 연차별 증감을 그림 3에 나타내었다. 연차별 비래염분량은 각 해역별 전 지역의 해안으로부터 거리 100m 지점의 환산 비래염분량의 총 평균으로 나타내었다.

그림 3에서 보면, 전반적인 비래염분량은 동해안 > 서해안 > 남해안의 순으로, 동해안은 남해안의 약 3배 정도로 비래염분이 많이 발생하는 것으로 나타났으며, 서해안은 동해안보다 조금 낮은 경향을 나타내었다.

동해안이 다른 해역보다 상대적으로 많은 비래염분량이 측정된 것은 조수간만의 차가 적고, 수심이 깊으며, 상대적으로 강한 파도가 발생하여 비래염분이 발생할 수 있는 좋은 조건이 되기 때문으로 판단된다. 서해안의 경우는 북서계절풍의 영향으로 비래염분이 겨울철에 집중적으로 많아지는 것이 서해안의 비래염분량을 높이는 원인이 되었다.³⁾ 그러나, 남해안의 경우는 수심이 얕고 만(灣)이 발달하여 비래염분이 발생하기 매우 어려운 조건인 것으로 분석된다.

한편, 비래염분량의 연차별 차이는 전 해역에서 별 차이를 나타내지 않았으며, 동해안 5, 서해안 4, 남해안 1.5 MDD의 수준으로 나타났다.

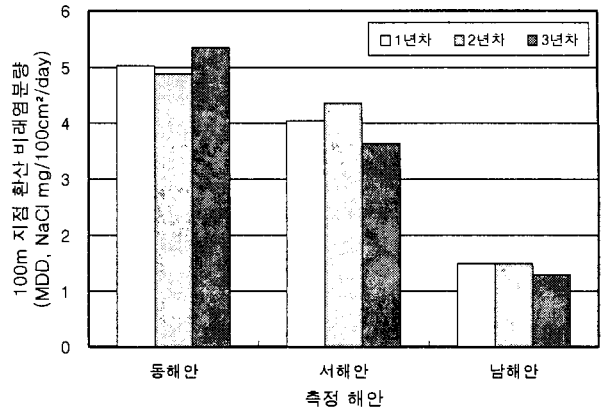


그림 3 연차별 비래염분량 비교

4. 결론

전국 해안가 27개 지역에서 3년간 비래염분량을 측정한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 각 지역에서 3년간 측정된 비래염분량을 근거로 해안으로부터 거리 100m 지점을 기준으로 대기 중의 비래염분량에 대한 지역계수를 도출하였다.
- 2) 전국 해안 지역의 비래염분량은 해안으로부터 거리 100m 기준으로 0.7~16 MDD(NaCl mg/100 cm/day)로 나타났으며, 지역별 비래염분량에 있어 차이는 보였다.
- 3) 해역별 비래염분량은 동해안 > 서해안 > 남해안의 순으로 나타났으며, 비래염분량의 연차별 차이는 전 해역에서 특이한 차이를 나타내지 않았다.

참고문헌

1. 문한영, 이종석, “해안가 콘크리트 구조물에 비래하는 염분 포집장치 성능에 대한 연구”, 대한토목학회논문집, 제24권 제2A호, pp.417~422, 2004
2. 문한영, 이종석, 최원성, “해안으로부터 거리별 비래염분량의 분포에 대한 고찰, 한국콘크리트학회 봄 학술발표회 논문집, pp.842~845, 2004
3. 문한영, 이종석, 최원성, “해안가의 계절별 비래염분량의 분포 특성”, 한국콘크리트학회 가을 학술발표회 논문집, pp.237~240, 2004