

해안으로부터 거리별 비래염분량의 분포에 대한 고찰

A study on the distribution of airborne sea salt to the distance from seashore

이종석*
Lee Jong Suk

최원성**
Choi Won Sung

문한영***
Moon Han Young

ABSTRACT

When the concrete structures are in contact with seawater, concentration of chloride for estimating chloride diffusion coefficient can be defined as the chloride concentration of sea water. However, in case the concrete structures, constructed in the seashore, aren't directly in contact with seawater, it is difficult to establish the interface concentration of chloride. In addition, marine concrete structures are greatly affected by salt attack such as rebar corrosion, among the cause of salt attack, airborne sea salt is primary factor.

Therefore, in this study, salt attack environment by airborne sea salt was investigated in terms of the distance from seashore at 33 spots, 6 areas in East, West, South coast for 1 year.

Results indicated that airborne sea salt is decreased by $y = a \cdot x^{-b}$ equation to the distance from seashore.

1. 서론

해양 환경하의 조건에서 건설된 콘크리트 구조물이 해수에 직접 닿을 경우, 해수중의 염화물 농도를 측정함으로써 콘크리트 구조물의 염화물 확산계수 산정이 용이하지만, 해수와 직접 접촉되지 않는 경우, 비래염분 등에 의한 염화물 확산계수의 산정에 어려움이 있다. 따라서, 해안에 인접한 콘크리트 구조물에 날아드는 염분량 등을 측정·평가하는 것은 콘크리트 구조물의 설계·시공 및 유지관리에 중요한 기초자료로 활용될 수 있다.

일본의 경우 일본토목연구소에서 무도장 내후성 교량의 적용가능 지역을 선정하고, 콘크리트 교량에 대해 염해대책을 필요로 하는 지역을 구분하는 것을 주요 목적으로 1984년부터 3년간 전국 266개 지점에서 비래염분량을 측정하였다.¹⁾ 그러나, 비래염분은 계절풍, 지역풍, 해안의 형상, 조수간만의 차이, 수심, 지리적 위치 등 환경적인 요인이 지배적인 변수로서 지역적인 편차가 매우 크게 나타나 일본에서 측정되었던 비래염분 관련 자료^{1)~3)}들은 참고자료로서만 활용이 가능할 뿐 직접적인 적용은 불가능한 것으로 판단된다.

이에 본 연구에서는 동해, 서해, 남해안의 6개 지역, 33개 지점을 선정하여 매월 1회 1개월간의 누적 비래염분량을 1년간 측정하여 국내 해안가의 비래염분 환경을 해안으로부터 거리별 감소경향의 측면에서 알아보고자 하였다.

2. 비래염분량 측정 개요

2.1 비래염분량 측정장치

비래염분을 측정하기 위한 장치는 Fig. 1, 2와 같은 비래염분포집기와 거치대로서 구성하였으며, Fig. 1의

* 정희원, 한양대학교 토목공학과 박사과정, 한국건설기술연구원 선임연구원

** 정희원, 한국건설기술연구원 연구원

*** 정희원, 한양대학교 토목공학과 교수

K3식 포집기는 일본공업규격(JIS Z 2382)에서 제안된 건식 거즈를 사용하는 비래염분포집기⁴⁾ 및 일본 토목 연구소에서 제작한 스테인리스식 비래염분포집기¹⁾와 비교실험을 거쳐 비래염분 포집에 있어 우수한 성능이 입증된 포집기이다.⁵⁾

K3식 비래염분 포집기는 Fig. 1과 같이 포집면적이 10cm×10cm이며, 박스 내부에는 10cm×12cm 포집판을 2개 설치하였으며, 포집된 비래염분이 비바람에 의하여 유실되지 않도록 2cm 높이의 차단막이 설치되어 있다.

비래염분포집기 거치대는 비래염분포집기가 소정의 높이(2m)에서 빗물 등 외기환경의 영향을 최소화 하면서 정상적인 포집이 이루어 질 수 있도록 Fig. 2와 같이 구성하였다.

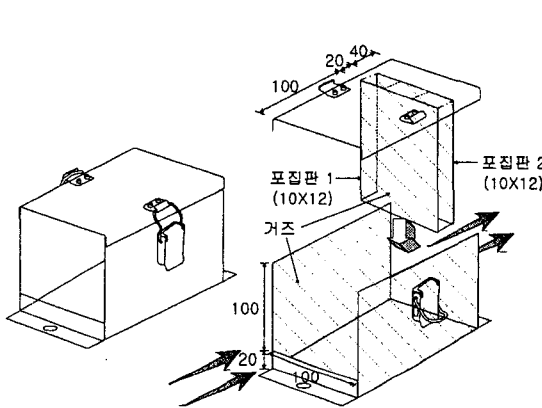


Fig. 1 비래염분 포집기(K3식, 단위:cm)

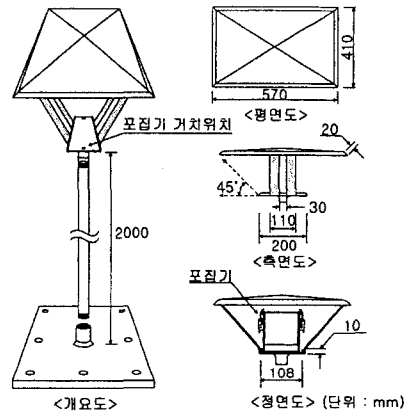


Fig. 2 비래염분포집기 거치대

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 질산에 의한 침전 적정법을 사용하여 염화물을 측정하였다. 비래염분량을 표시하는 단위는 10cm×10cm의 면적을 통과하여 포집되는 1일 동안의 염분량으로 NaCl mg/(100cm²·day)와 같이 나타내었다.

2.3 대상 해역 및 지역

비래염분의 측정은 '02년 6월부터 '03년 5월까지 1년 동안 실시되었으며, 매월 1회, 1개월간의 비래염분량을 측정하였으며, 총 측정 지역은 6개 지역으로 동해안 2개 지역, 서해안 2개 지역, 남해안 2개 지역이며, 각 지역별로 5~7개 지점, 총 33개 지점에 1개씩의 비래염분 포집장치를 설치하였다.

동해안에는 울진과 속초지역에 비래염분 포집장치를 설치하였으며, 울진지역의 경우 해안으로부터 거리 30, 70, 130, 200, 500m 지점, 속초지역의 경우 해안으로부터 거리 5, 40, 200, 500, 1000, 2000m 지점에서 비래염분을 측정하였다.

서해안에는 변산지역에 해안으로부터 거리 5, 60, 120, 200, 500m 지점, 고창지역에 5, 60, 120, 200, 500m 지점, 남해안에는 장흥지역에 10, 60, 120, 200, 460, 1000, 2000m 지점, 사천지역에 30, 60, 120, 230, 430m 지점에서 비래염분을 측정하였다.

3. 해안으로부터 거리별 비래염분량의 분포

바다에서 내륙방향으로 해풍이나 계절풍 등에 의해 날아 들어오는 비래염분량은 해안으로부터 거리가 멀

어질수록 적어지는 것이 일반적이지만, 거리에 따른 비래염분량의 감소는 여러 가지 조건에 영향을 받으므로 그 경향이 일정하지 않게 된다. 따라서, 본 절에서는 해안으로부터 거리별 비래염분량의 감소경향에 대하여 검토하였으며, 결과 값을 Fig. 8~10에 나타내었다. 각 측정장소별로 12개월 간의 값을 가는 점선, 평균값을 직사각형 표식으로 나타내었으며, 평균 비래염분량에 대해서 추세선을 긋은 실선으로 나타내었다. 다만, 속초지역의 6~9월의 비래염분량이 태풍 피해로 인해 소실되어 나타내지 못했다.

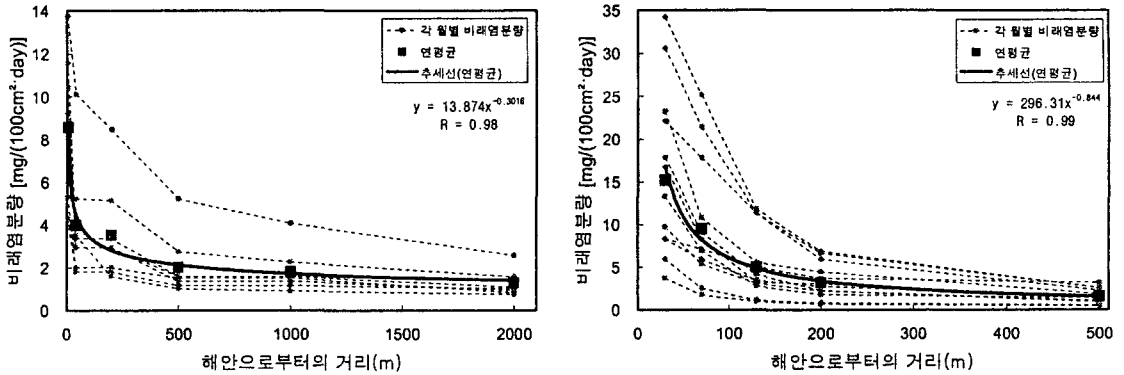


Fig. 3 해안으로부터 거리별 비래염분 분포도 [동해안-속초지역(좌), 울진지역(우)]

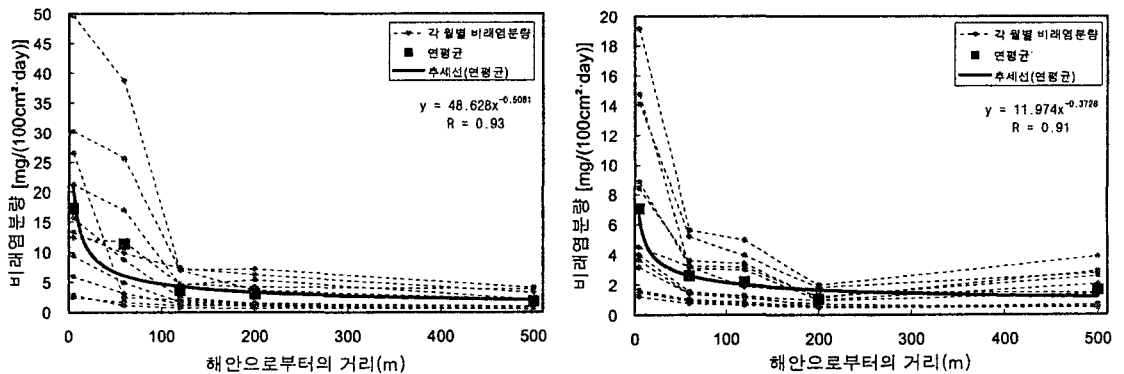


Fig. 4 해안으로부터 거리별 비래염분 분포도 [서해안-고창지역(좌), 변산지역(우)]

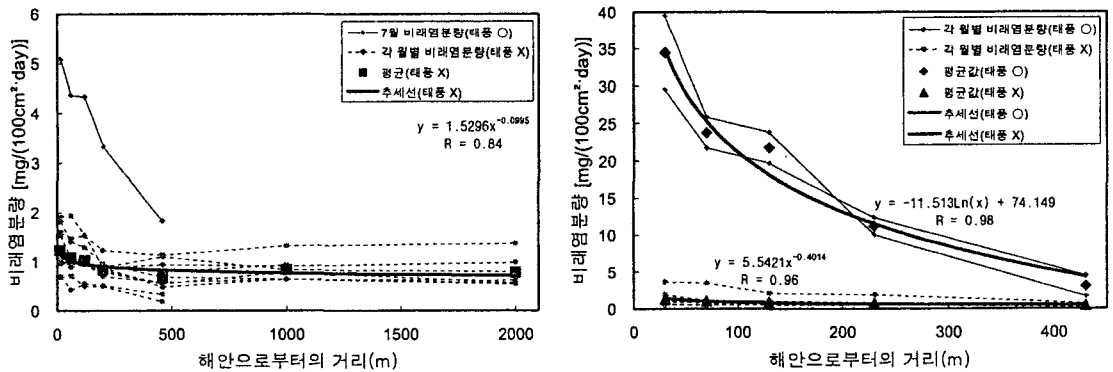


Fig. 5 해안으로부터 거리별 비래염분 분포도 [남해안-장흥지역(좌), 사천지역(우)]

해안으로부터 거리에 따른 경향은 전반적으로 거리가 멀어질수록 $y = a \cdot x^{-b}$ 함수의 추세로 감소하는 경향을 나타내었다. 다만 Fig. 5의 남해안과 같이 태풍이 있었던 경우는 거의 직선적인 감소경향을 나타내는 경우도 있었다.

Fig. 3~5에서 보면, 동해안의 경우, 해안으로부터 거리 약 200m까지 비래염분량이 급감하였으며, 이후 비래염분량의 감소폭이 둔화되었으나 2000m까지 지속적으로 감소하였다. 서해안의 경우, 60m까지 비래염분량이 급감하였으며 200~500m까지는 거의 비슷한 비래염분량을 나타내었다. 남해안의 경우는 비래염분량의 절대값이 다른 해역에 비해 작아서 비래염분량의 감소경향은 전반적으로 매우 완만하게 나타났으나 태풍이 있었던 월(月)의 경우는 500m까지도 직선적으로 급감하는 경향을 나타내었다. 이로써 우리나라의 각 해역별로 비래염분량의 감소경향은 다르게 나타나는 것을 확인할 수 있었으며, 해안으로부터 거리에 따른 비래염분에 의한 염해 우려지역 및 안전지역은 해역별로 달리 설정되어야 할 것으로 판단된다.

일본토목연구소의 보고에 의하면¹⁾ 비래염분량이 1 mg/(100cm²·day)이상인 경우 비래염분에 의한 피해가 비교적 많이 발생하였음을 보고한 바 있으며, 동일한 기준을 적용한다면 우리나라 해안의 경우 100m(남해안) 이내에서만 비래염분에 의한 피해우려 지역이 되며, 동해안 속초지역의 경우 해안으로부터 2000m까지도 비래염분에 의한 피해우려 지역이 될 수 있다. 그러나, 본 연구에서 사용된 비래염분포집기는 일본토목연구소에서 사용하였던 포집기와 비교하여 포집성능이 우수하므로 피해가능지역을 구분하는 비래염분량은 일본의 경우보다 높게 나타날 것으로 추정되며, 이에 따라 염해 우려지역의 해안으로부터 거리는 더욱 짧아지게 될 것으로 판단된다. 이에 대한 명확한 설정은 후속 연구로 추진되고 있는 콘크리트에 침투하는 비래염분량에 대한 연구결과로서 해결할 수 있을 것으로 판단된다.

4. 결론

국내 해안가 6개 지역, 33개 지점에서 해안으로부터 거리별로 1년간 비래염분량을 측정된 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 해안으로부터 거리에 따른 비래염분 감소경향은 $y = a \cdot x^{-b}$ 함수의 추세로 감소하였다.
- 2) 동해안은 약 200m, 서해안은 약 60m까지 비래염분량이 급감하는 경향을 나타내었으며, 남해안은 전반적으로 완만한 감소경향을 나타내어 해역별 차이가 뚜렷한 것으로 나타났다.
- 3) 따라서, 해안으로부터 거리에 따른 비래염분에 의한 염해 우려지역 및 안전지역의 설정은 해역별로 달리 설정되어야 할 것으로 판단된다.

비래염분량 측정과 더불어 콘크리트 시험체를 실제 환경에 방치하여 콘크리트 시험체에 침투되는 비래염분량을 비교하기 위한 실험을 수행 중에 있으며, 추후 비래염분이 콘크리트 구조물에 미치는 영향까지 규명할 수 있을 것으로 기대한다.

참고문헌

1. 來鹽分量全國調査 (IV)-飛來鹽分量の分布特性と風の關係, ISSN 0386-5878 土木研究所資料 第3175號. 1993
2. 本橋健司 外 2人, “清水市における飛來海鹽粒子に関する研究”, 日本建築學會構造系論文報告集, 第366號, 1986, pp.1~10
3. 富板 崇 外 2人, “鹽粒子捕集量によぼす氣象因子の影響”, 日本建築學會構造系論文報告集, 第384號, 1988, pp.34~41
4. JIS Z 2382 (1998) 大氣環境の腐食性を評價するための環境汚染因子の測定
5. 문한영, 이종석, “해안가 콘크리트 구조물에 비래하는 염분 포집장치 성능에 대한 연구”, 대한토목학회 논문집, 제24권 제2A호, 2004. 3, pp.417~422