

임해 콘크리트 구조물의 염분 침투량 분석

Chloride-ion Test of Seaside Concrete Structure

이 장 화* 장 종 탁**
Jang-Hwa Lee Jong-Tak Jang

ABSTRACT

Seaside concrete structure is deteriorated by chloride-ion, sulphate and salt cristalization in concrete pore. Therefore the amount of these chemical substance should be analyzed for evaluating the durability of seaside concrete structure. In this study, the amount of chloride-ion in concrete was surveyed in order to estimate the damage state of concrete structure within an influence of seawater.

1. 서론

해양환경하에 있는 콘크리트 구조물의 화학적 인 손상요인은 염분의 침투로 인한 철근부식, 콘크리트 공극내의 염의 결정화, 황산염 작용 등이다. 따라서 임해의 콘크리트 구조물에 대한 내구성을 판정하기 위해서는 염분침투량을 파악하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 해양환경하에 있는 콘크리트 구조물의 총염분량을 파악하여 콘크리트 손상정도를 분석코자 하였으며, 이에 따라 전국의 임해 및 해수에 접한 콘크리트 구조물중 지역별로 일부 구조물을 선정하여 코아를 채취하고 이에 대한 염분량 분석시험을 실시하였다.

2. 조사대상 구조물의 선정 및 시료 채취

(1) 조사대상 구조물 선정

동서남해에서 간만조시 해수와 직접 접촉하거나, 해풍등에 의해 해수의 간접적인 영향을 받게 되는 구조물을 대상으로 하였으며 선정된 구조물의 개요는 <표1>과 같다.

(2) 손상상태

각 구조물의 손상부분과 손상상태 및 손상정도는 구조물의 위치, 주변환경 등에 따라 다르며 이에 대해 간략히 요약하면 <표2>와 같다.

(3) 코아 채취

콘크리트내에 포함되어 있는 총염분량을 분석하기 위해 각 구조물별로 직경 10cm 의 코아를 채취하였으며, 코아의 채취위치, 갯수 등은 <표3>과 같다.

3. 염분량 분석

콘크리트에 존재하는 염분은 수용성 염분과 다른 화합물로 고정되어 있는 것까지를 포함하는 전염분으로 분류된다. 본 시험에서는 45° C의 물에 용해되는 수용성 염분량을 Argentometric Method에 의해 구하였으며 분석과정은 아래와 같다.

* 정회원

한국건설기술연구원 구조연구실 선임연구원

** 한국건설기술연구원 구조연구실 연구원

- 1) 코아를 2.5cm 길이로 등분 (그림 1 참조)
 - 2) 건조로에서 110° C로 3시간 동안 건조시킴
 - 3) 등분된 코아를 #100체를 통과하도록 분쇄시킴
 - 4) 분쇄한 분말시료 30g을 비이커에 넣고 증류수 300cc 를 가함
 - 5) 4)의 시료를 45° C의 Autobath에 12시간 동안 보관
 - 6) Autobath 에서 꺼낸 용액을 여과지로 2회 여과시킴
 - 7) 여과액을 10cc ~ 100cc 채취하고 여기에 증류수를 가해 100cc의 용액을 만듦
 - 8) 7)의 용액에 Al(OH)₃ 3ml H₂O₂ 1ml 를 넣음
 - 9) 8)의 용액을 pH 7-10으로 맞춤
 - 10) 1ml의 K₂CrO₄를 넣음(황색)
 - 11) AgNO₃ 로 적정함(적갈색이 종말점)
 - 12) 증류수로 Blank Test를 하여 보정함
- 위 실험과정에서 측정된 AgNO₃의 적정량을 아래식에 대입하여 염분량을 구한다.

$$\text{염분량(%) = } \frac{(\text{시료의 AgNO}_3 \text{ 적정량} - \text{증류수의 AgNO}_3 \text{ 적정량}) \times 0.0141 \times 0.35450}{\text{시 료 량}}$$

상기의 과정을 거쳐 염분량을 분석한 결과는 <표4>와 같다.

4. 결과 고찰

염분의 침투에 의한 콘크리트내의 철근의 부식에 대한 일본의 연구결과를 종합해보면, 1) 외부 조건에 의해 염분이 침투·축적된 경우 철근의 부식을 유발하는 염분함유량은 0.3% 정도가 허용한도이며 0.5%를 초과하게 되면 부식은 현저하게 진행된다. 2) 해수중 혹은 해수에 수시로 접촉하는 콘크리트 구조물에 염분이 침투·축적되는 것은 물론 해풍등에 의해서도 상당한 양의 염분이 콘크리트에 침투·축적된다. 3) 중성화는 비교적 심각하지 않다.

국내의 임해 및 해수와 접촉하는 일부 콘크리트 구조물에 대한 본 연구의 염분량 분석결과를 종합하면 아래와 같다.

- 해수와 직접 접하는 콘크리트의 경우에는 염분량 허용치 (0.3%) 이상이다.
- 해수와 직접 접촉하지 않거나 해풍의 영향을

받는 경우에는 염분량이 대부분 허용치(0.3%) 이내 에 있다.

· 조사대상 구조물중 코아채취 지점부근에 철근 부식이 확인된 경우는 변산교이며 교각의 주철근(세로)방향으로 심한 균열이 나타나 있고 녹물이 흘러나온 것은 콘크리트내의 염분함유율이 높아(0.53 ~ 1.17%) 철근부식이 심화되었을 뿐만 아니라 철근주변의 체적팽창으로 인해 균열폭이 커진 것으로 판단된다.

5. 결론

본 염분량 분석을 위해 조사대상으로 한 콘크리트구조물은 손상정도에 따라 선정된 것이 아니라 지역적 조건(동해, 서해, 남해) 및 해수와 접촉여부, 코아채취 여건을 주로 고려하였기 때문에 염분침투에 의해 극심한 손상을 입은 구조물에 대해서는 보다 세부적인 분석이 요구된다. 아울러 해수와 인접하거나 해수에 접하는 구조물의 설계 시공시 해수침투에 대한 저항성을 향상시키기 위한 방안을 요약하면, 해수와와의 접촉여부를 정확히 판단하여 내구성 콘크리트를 설계시공하되 가장 주요한 사항으로는 수밀한 콘크리트와 소요의 피복두께를 확보하는 것이다.

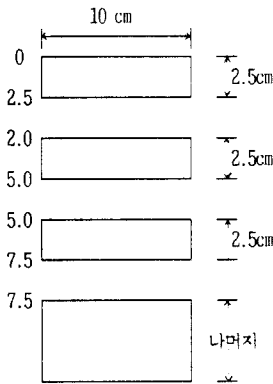


그림1 코아 등분 개요도

<표1> 조사대상 구조물의 개요

구조물명	위 치	준 공 년 도	해수와의 접촉 상황
상 천 교	강원, 양양	1962	평시 담수와 접촉, 폭풍우시 해수와 접촉가능, 해풍영향
물 치 교	강원, 양양	1962	평시 담수와 접촉, 폭풍우시 해수와 접촉가능, 해풍영향
부산 제2부두	부산		해수면 1.5m 위의 슬래브
죽 시 교	전남, 고흥	1969	해풍영향
독 리 교	전남, 장진	1961	항시 접촉, 담수와 해수 교차
변 산 교	전북, 부안	1937	항시 접촉
관기갑문(구)	전북, 김제	1927	간만조시 접촉
관기갑문(신)	전북, 김제	1979	간만조시 접촉

<표2> 구조물의 손상 현황

구조물명	손상상태 및 현황
상 천 교	교각 팽팽레버 부분 균열(일부 절판을 필요 보강)
물 치 교	교각 팽팽레버 부분 균열(일부 절판을 필요 보강) I형 Steel Girder 심한 부식(바닥 바닥)
부산 제2부두	중차량이 의한 슬래브 신축이음부의 균열 현상, Steel Pier 및 Steel Girder는 극심한 부식으로 단면 감소
죽 시 교	슬래브 주철근 방향 심한 균열, 철근부식 피복두께가 대단히 얇음(약 2cm 이내)
독 리 교	우물통 기초부분 세굴
변 산 교	슬래브 균열 및 철근부식 교각 심한 균열 및 철근부식
관기갑문(구)	세굴로 인해 갈재 노출
관기갑문(신)	심한 세굴로 갈재노출, 용벽부 심한 균열

<표3> 코아채취 현황

구 분	채취위치	갯수	깊이 (cm)	Rebound 값
상 천 교	교각(수면위)	3	7,10	44
물 치 교	확대 기초	2	10	34(교각)
부산 제2부두	신축이음 부분	1	15	37
죽 시 교	-	-	-	-
독 리 교	우물통 기초	2	7	39(교각)
변 산 교	상판, 교각	4	15	37(교각)
관기갑문(구)	바닥, 용벽상부	2	15	40(용벽)
관기갑문(신)	용벽 측면	1	15	23

<표4> 염분량 분석 결과

대상구조물	*염분량 함유율(%)			비 고
	0 ~ 2.5 cm	2.5 ~ 5 cm	5 ~ 7.5 cm	
상 천 교	0.25	0.25	0.14	전 시편에 대한 페놀프탈레인 용액 착색시험 결과 중성화는 거의 진행되지 않은 것으로 나타남
물 치 교	0.21	0.26	0.26	
부산 제2부두	0.21	0.32	0.25	
죽 시 교	-	-	-	
독 리 교	0.75	0.54	0.52	
변산교(교각)	0.17	0.81	0.53	
변산교(상판)	0.29	0.25	0.22	
관기갑문(구) (바닥)	0.55	0.37	-	
관기갑문(구) (용벽)	0.36	0.39	0.32	
관기갑문(신) (용벽)	0.22	0.33	0.30	

$$* \text{염분량 함유율} = \frac{\text{콘크리트 내의 염분함유량}}{\text{콘크리트의 건조중량}} \times 100$$