

경화된 하이드로탈사이트 혼입 포틀랜드 시멘트 페이스트의 염소이온 고정능력 평가

Evaluation of Chloride Ion Binding Capacity of Hardened Portland Cement Paste Containing Hydrotalcite

한 재 도* 이 윤 수** 이 한 승***
Han, Jae-Do Lee, Yun-Su Lee, Han-Seung

Abstract

Deterioration of reinforced concrete structures due to salt corrosion is a phenomenon that can be easily seen, and the main reason for deterioration is chloride ion. Therefore, researches are actively conducted to control chlorine ion penetration worldwide. The purpose of this study is to evaluate the chloride ion fixation capacity of Portland cement paste containing Hydrotalcite. For this purpose, cement paste containing 0%, 2.5%, and 5% of Hydrotalcite was sealed and cured for 28 days, and the cured cement paste was crushed. Chloride ion solution was prepared at a concentration of 0.5M using NaCl, and the powdered cement paste was reacted for a specific time in aqueous chloride ion solution. After the reaction, the concentration of the chloride ion aqueous solution was measured using a silver nitrate potentiometric titrator, and the reacted cement paste was analyzed using XRD and FT-IR.

키 워 드 : 층상 이중 수산화물, 염소이온 고정, 화학적 상호작용
keywords : layered double hydroxide, chloride binding, chemical interaction

1. 서 론

1.1 연구의 목적

염해 방지를 위해 콘크리트 내부에서 염소이온을 고정함에 있어서 LDHs(Layered Double Hydroxide)는 하나의 해결책을 제시한다. LDHs는 3가 양이온과 2가 양이온으로 이루어진 층상이며 층 사이에 음이온이 결합된 구조이다. 그 중에서 Mg-Al로 양이온 층을 이루는 LDHs를 하이드로탈사이트라고 하며 콘크리트 내에서 자유염화물속 염소이온을 이중 막 사이에 함유하고 있던 음이온과 치환, 고정염화물을 생성함으로써 콘크리트 염해를 줄일 수 있다. 본 연구에서는 하이드로탈사이트의 향후 사용가능성이 높다고 판단하여 염소이온 고정능력을 평가하는데 목적을 두고 있다.

2. 연구 계획

본 연구에서는 공침법을 이용하여 합성된 하이드로탈사이트를 각각 550°C, 700°C에서 합성하여 다른 소성온도에서 염소이온고정능력의 차이를 비교한다. 시험체는 각각 HTC550, HTC700라고 명명 되었으며, 합성된 하이드로탈사이트는 XRD를 이용하여 정성적인 분석을 진행하였다.

2.1 수용액 실험

합성된 소성 하이드로탈사이트 HTC550과 HTC700는 0.5g씩 0.5M의 NaCl수용액 100ml에 혼입되었고, 콘크리트배합 환경에서의 반응성을 파악하기 위해 포화 Ca(OH)₂수용액 100ml가 혼입되었다. 실험은 이온교환 평형상태를 파악하기 위해 5분, 10분, 15분, 20분간 진행되었고, 교반속도는 300rpm, 교반온도는 20°C로 실험이 진행되었다. 반응 후 수용액은 걸러서 질산은 전위차 적정기를 통해 고정 염화량을 측정하였다.

2.2 시멘트페이스트 실험

시멘트 페이스트 실험을 위해, 대조군으로 하이드로탈사이트가 각각 0%, 2.5%, 5% 혼입된 시멘트 페이스트는 28일동안 밀봉양생 되었으며,

* 한양대학교 건축시스템공학과 석사과정

** 한양대학교 건축시스템공학과 석박통합과정

*** 한양대학교 ERICA캠퍼스 건축학부 교수, 교신전자(ercleehs@hanyang.ac.kr)

양생된 시멘트 페이스트는 60°C에서 24시간 건조하여 일부 분쇄했으며, 150µm체에 체거름 후 사용되었다. 실험에 사용된 염소이온 수용액은 NaCl을 이용하여 0.5M의 농도로 제조되었으며, 분말화 된 시멘트 페이스트 1g을 50ml의 염소이온 수용액에서 1일, 3일, 7일, 14일, 28일 동안 반응하였다. 반응후 실험체는 수용액과 분말을 분리하였다. 시멘트페이스트 분말은 충분히 건조하여 XRD, TGA장비로 구조분석하고, 수용액은 질산은 전위차 적정기로 고정 염화량을 측정하였다.

3. 결과 및 분석

그림1과 같이 소성된 하이드로탈사이트의 XRD분석결과 두 시험체 모두 층상 구조가 소실됨을 확인할 수 있었다. 기존 연구에서 하이드로탈사이트가 소성될 경우 층상구조가 붕괴됨을 확인할수있기 때문에 소성과정에 큰 결합 없이 이루어졌다고 판단 후 수용액 실험이 진행되었다. 그림2와 같이 수용액 실험결과 HTC550의 경우 5분 반응된 시험체에서 염소이온 고정량이 급격하게 증가되었고 10분 반응된 시험체에서 추가적인 증가가 보였으며, 이후로 고정량의 변화가 없음을 확인되었다. 이는 하이드로탈사이트가 5분에서 10분사이에 평형상태를 이룬다는 것을 나타낸다. 반면에 HTC700의 경우에는 5분 반응된 시험체에서 미세한 감소를 보인후 평형상태를 이룬 것이 확인되었다. 이는 HTC550의 경우, 수용액 속에서 층상 구조를 재형성해 내지만 HTC700의 경우 소성과정에서 하이드로탈사이트가 층상구조 형성 기능을 상실하였다고 판단된다.

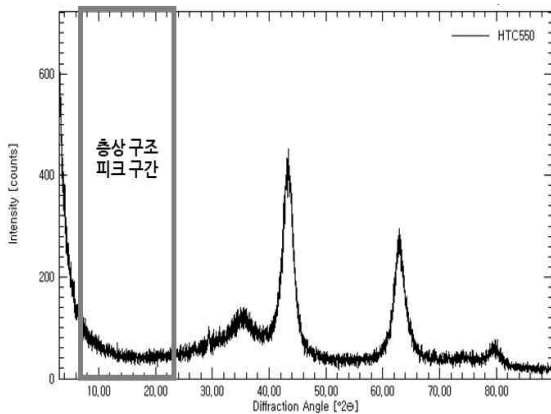


그림 1. 550°C에서 소성된 하이드로탈사이트 XRD 분석 결과

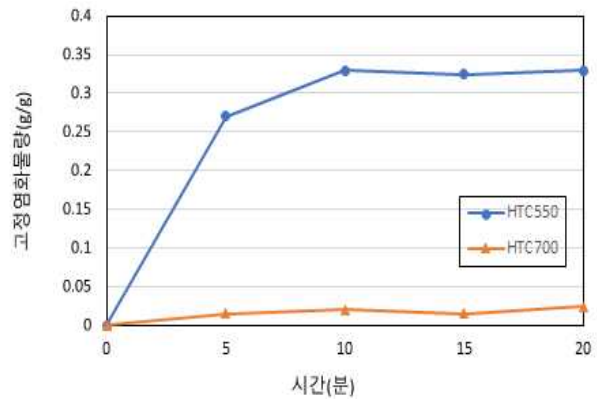


그림 2. 하이드로탈사이트의 수용액 실험 결과

4. 결 론

본 연구 결과, 실험에 사용된 소성 하이드로탈사이트가 포화 Ca(OH)₂수용액을 첨가했음에도 불구하고 염소이온 고정능력을 가지고 있고, 기존 문헌과 같이 소성온도 700°C 이상에서는 층상구조를 소실함을 확인할 수 있었다. 추가적으로 시멘트 페이스트 양생이후에 염소이온고정능력에 대한 실험이 추가적으로 진행될 것이며, 염소이온 수용액의 농도별로 하이드로탈사이트가 수산화이온과의 경쟁하는 치환 반응 중에 발생할 수 있는 고정염화물 증감 양상에 관한 실험이 더 필요할 것이다.

Acknowledgement

이 연구는 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업입니다.(No.2015R1A5A1037548)

참 고 문 헌

1. Omid Rahmanian, Preparation of zinc/iron layered double hydroxide intercalated by citrate anion for capturing Lead (II) from aqueous solution, Journal of Molecular Liquids, Volume 256, pp.9~15, 2018.4
2. Yiqiong Yang, Adsorption of perchlorate from water using calcined iron-based layered double hydroxides, Applied Clay Science, Vol.65, No.6, pp.80~86, 2012.4