

층상이중수산화물(Layered Double Hydroxides)을 활용한 시멘트계 재료 개발에 관한 문헌조사 연구

A Literature Study on the Development of Cementitious Materials using a Layered Double Hydroxide

이 승 엽* 이 한 승**

Lee, Seung-Yeop Lee, Han-Seung

Abstract

Layered Double Hydroxides is known as a hydrotalcite-like material. It is a type of anionic clay with planar structure. It is composed of layer structure which is able to exchange anion between two layers which includes divalent ion and trivalent ion. Therefore, layered double hydroxide is applicable for eliminating harmful heavy metals and anionic substances which exist in the concrete. Because it is also able to be used as catalyst and has high possibility of utilization, It is getting an large amount of attention recently. In this study, an analysis on the structure of the layered double hydroxide (LDH) which is possible to bind the anion was carried out.

키 워 드 : 층상이중수산화물, 하이드로탈사이트, 이온교환, 염화물

Keywords : LDH(Layered Double Hydroxide), hydrotalcite, Ion exchange, chloride

1. 서 론

해양환경에 노출된 콘크리트 구조물의 염해에 따른 성능저하와 내구성 문제는 콘크리트 개발 이래 끊임없이 제기되어 국내·외에서 많은 연구와 개선이 이루어져 왔다. 완전하게 염분을 제거하지 않은 해사의 사용 및 강도 증진을 위해 사용한 혼화제에 염화물 함유 등이 철근부식을 촉진하여 콘크리트 구조물의 조기열화의 주요 요인으로 작용하고 있다. 콘크리트 내부 철근의 부동태를 파괴하는 유해한 성분에는 할로젠이온, 황산이온 또는 황화물 등의 음이온이 있다. 그 중 염소이온은 열화작용이 가장 강할 뿐만 아니라 콘크리트내로 혼입되기 쉬워 콘크리트내의 철근 부식에 대해 가장 유해한 이온 중의 하나이다. 최근, 유해이온제거로 인한 내구성 개선방안에 대한 새로운 응용 연구가 다수 보고 되고 있다. 그 중 층사이의 유해음이온 교환 및 고정화능력이 우수하다고 알려진 층상이중수산화물(LDH)이 많은 주목을 받고 있다. 본 연구에서는 음이온의 고정화가 가능한 LDH에 대한 구조에 관한 고찰을 실시하고자 한다.

2. LDH의 구조

LDH는 자연 상태로 일부지역에 존재하기도 하며 쉽게 합성이 가능한 물질로서 다음과 같은 식(1)로 표현된다.



여기서 2가 양이온인 M(II)는 Mg, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn 등으로 구성 될 수 있으며 3가 양이온인 M(III)는 Al, Mn, Fe, Cr, Sc, Ca 등의 이온들이 포함 가능하다. 그림 1과 같이 층 사이에 삽입되는 음이온인 A^m 는 Cl, NO₃, ClO₄, CO₃²⁻, SO₄²⁻ 등 여러 가지 무기 음이온이 포함되며 이 외에 유기 이온으로도 층간 삽입이 가능하다. 따라서 하이드로탈사이트의 구성 또는 구조에 변화를 주어 층간에 삽입된 음이온의 종류를 치환함으로써 촉매나 의약품, 음이온교환기로서의 응용 등 적용분야를 넓혀가고 있다. 또한, LDH의 전하 밀도와 음이온 교환능력은 2가 양이온과 3가 양이온의 비율에 따라 결정될 수 있다. 또한, 점토광물과의 이온교환능력도 표 1과 같이 Vermiculite에 비교하여 2배 이상 높은 것으로 알려져 있다.¹⁾

* 한양대학교 건축시스템공학과 석사과정

** 한양대학교 ERICA 건축학부 교수, 교신저자(ercleehs@hanyang.ac.kr)

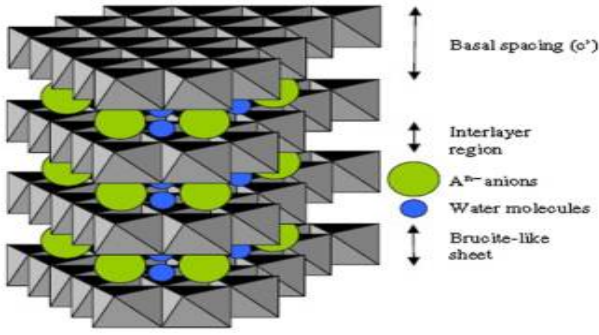


그림 1. LDH 구조

표 1. 점토광물의 이온교환능력

Clay Minerals	Ion exchange capacity (meq/100g)
Kaolinite	3~15
Smectite	80~150
Vermiculite	100~150
Illite	10~40
Chlorite	10~40
Montmorillonite	81~100
LDH*	200~500

3. 국내의 연구동향²⁾

하이드로탈사이트는 천연광물로서 1842년 스웨덴에서 발견된 이래 1930년대를 거치면서 그 구조와 특성에 대하여 많은 연구가 진행되어왔다. 1942년에는 Feitknecht에 의해 최초로 인공적으로 합성되었으며, 현재는 금속종과 합성방법을 달리한 다양한 종류의 LDH가 개발되어 의학, 화공 등의 여러 분야에서 응용되고 있다. LDH의 음이온 및 중금속 제거에 관한 표 2와 같이 국내의 연구동향을 살펴보면 국내의 경우 LDH의 환경 및 건축재료 분야에 대한 응용 및 연구는 미약한 상태이며, 최근 들어 LDH의 음이온 제거 및 고정화에 대한 연구가 진행되었다.

표 2. LDH를 이용한 관련 연구동향

분류	연구자	연구내용
국 내	세종대학교 토목환경공학과	하수고도처리에서 LDH를 이용한 인산 이온교환 특성
	한국과학기술원 토목공학과	LDH(Mg-Al-Cl체계)과 소성산물을 이용한 인산염 수용액에서 인 제거
	경북대학교 토목공학과	LDH의 이온교환에 의한 염소이온 제거 특성
	한국과학기술원 토목공학과	LDH에 의한 인 제거 영향인자 연구
국 외	S.Miyata	하이드로탈사이트류에 의한 음이온교환 선택성 평가
	Tsugio Sato	LDH의 소성생성물에 의한 수용액내 음이온 흡착 연구
	Akira Ookubo, Kenta Ooi	LDH내 층간 음이온으로 Cl ⁻ 를 사용하여 합성한 후 인의 이온교환 및 거동에 대한 연구

4. 결 론

LDH는 유해한 음이온을 고정화하거나 제거하기 위하여 적용될 수 있으며, 기술적인 측면과 경제적인 측면에서 장점을 가지고 있다. LDH는 자연계에 존재하며 경제적으로 합성할 수 있다는 점과 음이온의 흡착속도가 빠르다는 특징을 지니며, 열적안정성과 재생복원력이 높다는 장점이 있다. 그러나 지속적으로 연구가 진행되어지고 있음에도 불구하고 건축재료 분야의 연구는 전무한 실정이다. 경제적 합성방법 개발과 제거효율 변화에 대한 미세조정 및 최적화를 하여 건축재료 분야 응용연구가 필요하다고 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2015R1A5A1037548)

참 고 문 헌

1. 신향식 외2인, LDH(Mg-Al-Cl체계)과 소성산물을 이용한 인산염 수용액에서 인 제거, 대한환경공학회지, 제23권 제2호, pp.126~132, 2000
2. 김광덕, LDH의 이온교환에 의한 염소이온 제거 특성, 경북대학교, 석사학위 논문, 2015