

수처리 시설 콘크리트 구조물의 오존 열화에 관한 문헌적 연구

A Literature Study on the Ozone Degradation of Concrete Structures in Water Treatment Facilities

박진호* 이한승**

Park, Jin-Ho Lee, Han-Seung

Abstract

Recently, Advanced water treatment facilities with Ozone are being introduced owing to domestic water pollution. However, waterproofing/corrosion prevention construction method of concrete structure for existing advanced water treatment makes waterproofing/corrosion prevention materials and concrete deteriorated because of strong oxidation of ozone. It causes increase of maintenance cost and water quality degradation. Therefore, in this study, it will figure out problems of waterproofing/corrosion prevention construction method being applied to through existing studies.

키워드 : 콘크리트 구조물, 오존, 고도정수처리장, 방수/방식재

Keywords : concrete structure, ozone, high quality filtration plant, waterproofing/corrosion

1. 서론

국내 수자원의 오염이 심각해짐에 따라 정수처리 시설물은 먹는물 관리 기준에 의한 엄격한 처리가 요구되어 지고 있다. 기존의 염소를 이용한 정수처리 방법은 맛, 냄새, 유기오염물질 등이 완전히 처리 되지 않기 때문에 오존을 이용한 고도정수처리 방법이 도입되고 있다. 하지만 기존의 고도정수처리 시설에 사용되는 콘크리트 구조물의 방수/방식 공법은 오존의 강력한 산화력의 영향으로 방수/방식재의 벗겨짐, 탈락 등으로 콘크리트가 열화하여 유지 관리 비용이 증가하고 수질을 악화시키는 문제점이 발견되었지만 이러한 영향에 대한 연구가 매우 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 기존의 연구를 통해 현재 적용되고 있는 방수/방식 공법의 문제점을 파악하고자 한다.

2. 오존의 분해 메커니즘

그림 1과 같이 3개의 산소원자가 4가지 형상의 공명구조로 결합된 불안정한 형태로 존재하며 분자량은 48이다. 밀도는 2.14 kg/m³(0°C, 1 atm), 녹는점은 $-192.7 \pm 2^\circ\text{C}$ (760mmHg) 및 끓는점은 -119.9°C (760mmHg)이며, 상온에서는 두꺼운 층으로 청색을 띠고 있다. 오존은 수중에서 산성용액 중에서는 일부분 안정하나 온도상승 및 pH상승에 따라 급속히 분해한다. 그러나 이 메커니즘은 복잡하여 가수분해에 의하여 Hydroperoxy radical을 생성하여 이것이 개시제가 되어 그림 2와 같은 연쇄 반응으로 분해한다. 이때 생성되는 OH 라디칼은 강력한 산화력을 가지며 오염된 유기물질을 산화시키고, 중금속 등과 반응하여 무해한 화합물로 변화시키는 성질을 이용하여 수처리 시설에 응용한다¹⁾²⁾³⁾ 그러나 이러한 성질의 오존과 OH 라디칼은 콘크리트와 방수/방식재의 내구성에도 영향을 미친다.

3. 기존 내오존 방수/방식 공법

그림 3은 기존의 고도정수처리 시설용 방수/방식 공법의 하자 사례를 나타낸다. 현재 고도정수처리 시설용 방수/방식 공법은 크게 세가지로 규산질계 침투성 방수재를 이용한 공법, 에폭시 수지계 방수/방식재를 이용한 공법, 무기질 탄성 복합 공법(UGA)으로 분류할 수 있다. 규산질계 침투성 방수재를 이용한 공법은 습윤면 시공이 우수, 수밀성 증가, 시공이 간편하다는 장점을 갖고 있지만, 내산성 및 내화학성이 약하다는 단점이 있어 고도정수처리 시설의 방수/방식재로는 적합하지 않는 공법이다. 두 번째로 에폭시 수지계 방수/방식재를 이용한 공법은 방수/방식 성이 크고 내화학성이 상대적으로 우수하나 습윤 환경, 밀폐된 공간에서의 시공이 불가능한 점, 온/습도 관리 주의 부착력 저하라는 단점이 있어 실제 밀폐된 공간에서 시공하는 고도정수처리 시설에는 적절하지 않다. 세 번째로 무기질 탄성 복합(UGA)공법으로 습윤면 시공이 우수하고 간편하지만 내오존성 및 내화학성, 균열저항성이 약하며 시공 비용이 시공 비용이 비싼 단점이 있기 때문에 이 공법 또한 고도정수처리 시설에는 적합하지 않는 것으로 판단된다. 표 1은 국내외 내오존 방수/방식 공법의 현황을 나타낸다.

* 한양대학교 건축시스템공학과 박사과정

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



그림 3. 오존에 의한 콘크리트 및 방수/방식재의 열화

표 1. 국내외 내오존 방수/방식 기술 개발 현황

구분	공법/제품명	사용재료 및 공법 구성
국내	UGA 공법	유무기질 도료를 사용한 탄성복합 도막공법
	AQ-1000 (APEX SYSTEM 2)	에폭시 수지계 도료 방수·방식 도막
	RECOH-SEAL	세라믹 계열 도료 도막
	CORUSEAL SYSTEM	금속혼합물(Al ₂ O ₃ , Mn, Zn, Ti, Li)수지 도막 공법
	스테인리스 벽체 패널 공법	스테인레스 패널 접착 공법 (앵커+철물+패널+용접 등)
국외	Big Sun UGA 공법	내오존성을 갖는 폴리머 시멘트계 도막 방수재
	하이브리드 레진 NP 공법	실리콘레진과 반응성 무기질분말에 의해 하이브리드 구조의 무기계 피복 형성
	에어타이트 G 공법	렉토산계 폴리에스테르 수지(고분자 유기물) 사용
	티탄패널 공법	콘크리트 표면에 내오존성이 높은 티탄 패널을 설치하는 공법
	하이실리카 시멘트	오존에 의한 Ca이온의 용출을 억제하기 위하여 실리카 성분을 다량 함유하는 시멘트 제조

4. 결 론

기존의 고도정수처리장에서 사용되는 방수/방식 공법은 기본적인 방수/방식재의 성능은 우수하나 오존에 대한 저항성이 취약하며 밀폐된 공간에서 시공 되는 고도정수처리시설에는 적합하지 않은 것으로 판단된다. 또한 부분적으로 내오존성 시험이 실시되고 있으나 명확한 기준이 설정되어 있지 않아 정확한 평가가 어려운 실정이다. 따라서 향후에는 기존의 방수/방식재의 단점을 보완 하면서 내오존성 및 내산성, 내화학적 성을 갖는 재료의 개발과 고도정수처리 시설 콘크리트 구조물에 적합한 공법의 개발이 필요하다.

참 고 문 헌

1. 노상균 외5인, 국내 정수장 고도정수처리시설 방수·방식 현황 조사, 한국콘크리트학회 2011년 봄 학술대회 논문집, pp.609~610, 2011
2. 정문정, 폐놀변성 폴리아민계 내오존도료를 이용한 고도정수처리장의 방수·방식 공법에 대한 현장 적용성 평가에 관한 연구, 서울과학기술대학교, 석사학위 논문, 2006
3. 신홍철, 내오존성이 우수한 고도정수처리시설용 방수·방식 재 및 시공기술개발 보고서, 건설기술혁신사업 보고서, 2013