

전기분해에 의한 벨러스트수 소독시스템 연구

이인선¹, 김영준¹, 장경환¹, 이강평¹, 김현정²
 (1(주)테크로스, 2동국대학교)

IMO에서는 2005년 12월 활성물질 초기승인 신청을 받았는데, 우리나라 (주)테크로스의 Electro-CleanTM 과 독일의 PERACLEAN 이 신청서를 제출하였고, 2006년 3월 MEPC 54차 회의에서 이 두 가지 기술에 대해 초기승인이 확정되었다. 2005년 7월 MEPC 53차 회의 시 벨러스트수 처리장치 기술검토를 수행하였는데, 우리나라에서 개발한 전기화학적 방법을 비롯하여 6개국으로부터 16개 처리기술이 제출 되어 실용화 가능성이 검토된 바 있다.

전기분해 소독은 단일공정임에도 불구하고 복합적 소독 기작을 가지고 있어 폭넓은 활용이 가능하다. 전기분해 과정에서 양극과 음극으로부터 proton 이온과 hydroxide 이온이 방출된다. 즉, 양극 주변에는 생물을 사멸할 수 있는 충분한 potential이 형성되어 있으며, 음극에서 방출되는 hydroxide ion은 유기물질을 가수분해하는 능력이 탁월하다. 즉 물을 전기분해하면 하이드록실라디칼(OH·), 하이드로퍼 옥시라디칼(HOO·), 수퍼옥사이드라디칼(O₂-), 과산화수소수(H₂O₂), 오존(O₃), 차아염이온(OCI⁻) 등의 다양한 라디칼이 발생되며, 라디칼은 높은 전위차를 가지므로, 거의 모든 유기물과 빠른 속도로 반응하는 특징이 있다. 라디칼은 수초에서 수억분의 1초의 짧은 시간 존재하는 불안정한 물질이나, 이온교환을 통해 생물을 순간적으로 사멸시키는 기능이 탁월하다. 또한 전기분해를 통해 얻어지는 차아염소산이 벨러스트 탱크 내에서 잔류하면서 이미 작용하고 있는 생물 사멸효과를 가속화하고, 나머지 생물들도 모두 사멸시키게 된다.

ELECTRO-CLEANTM 시스템은 전기분해를 이용한다. 전기분해는 복합적인 소독기작을 가지므로 단일 소독기작에 취약한 특정 생물의 소독에도 높은 소독효율을 가진다는 특징이 있다. 이 시스템은 활

성물질을 이용하면서도, 활성물질을 배에 싣고 다니지 않고 저 전압의 전기분해에 의해 현장에서 생성하므로 특수 화학품 취급 전문가가 필요 없이 작동이 용이하고 안전하다는 큰 장점을 가지고 있다. 또한 정류기와 전극 그리고 control system으로 구성되므로 유지관리 및 운전조작이 매우 용이하다. 또한 75K 산적화물선의 경우, ELECTRO-CLEAN™ 의 크기는 전기분해장치 840W × 740D × 2700H 와 정류기 1400W × 1300D × 2350H 이하의 크기로 가능하므로 선박에서 차지하는 공간도 매우 적은 시스템이다.

ELECTRO-CLEAN™ 시스템을 통해 밸러스트수를 처리하는 경우, 라디칼 등은 짧은 시간 내에 생물 사멸효과를 발휘한 후 없어지고, 잔류성분이 있는 염소 성분은 빛이 없는 밸러스트 탱크 내에서는 계속 사멸효과를 보여주다가, 빛이 있는 외부에 배출되면, 짧은 반감기에 의해 소멸하게 되므로 해양 환경에 미치는 영향이 매우 적다고 볼 수 있다. IMO에서 승인 받은 ELECTRO-CLEAN™ 시스템의 최대 잔류염소농도(TRC: Total Residual Chlorine)는 20-30 mg/l 이다. 이 값은 최대치로서, 일반적인 상태의 밸러스트수의 경우 농도는 반 이하로 운용될 것으로 판단된다.

ELECTRO-CLEAN™ 시스템으로 처리된 해수의 잔류염소농도가 빛이 없는 경우와 있는 경우 각각 분해되는 속도에 차이가 있다. 즉 암 조건에서의 반감기는 약 2일이지만, 광 조건에서는 1일도 안됨을 알 수 있다. 부산항에서 밸러스트수 연간 55,841,752 m³/year를 10개 지점에서 균일하게 배출한다고 가정하고, 잔류염소농도가 30 mg/l 이고 반감기가 24시간 이라고 가정할 경우의 잔류염소농도를 보여주고 있다. 배출지점 바로 옆에서는 0.3 mg/l 이상이나 조금만 떨어져도 0.1 mg/l 이하로 감소하고, 항만 외는 물론 항만 내 대부분의 해역에서 전혀 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.