

QMRA기반 상수도 관망 내 바이러스 유입 시나리오별 민감도 분석

Sensitivity analysis of virus intrusion events of water distribution system using QMRA

김범진*, 신금채**, 임수현***, 이승엽****

Beomjin Kim, Guemchae Shin, Su Hyun Lim, Seungyub Lee

요 지

상수도 관망의 수질 관리는 매우 중요한 목표이지만, 2019년도 적수 사태를 비롯하여 여러 수질 사고를 경험하고 있다. 이러한 수질 사고는 내부의 각종 부착물 및 침전물들로 인해서 발생하거나 파손된 관로를 통해 외부에서 유입될 수도 있다. 수질 사고는 다양한 경로를 통해 발생할 수 있으며 외부에서의 바이러스 유입의 가능성 역시 늘 존재하고 있다고 할 수 있다. 본 연구에서는 상수도 관망으로의 잠재적인 바이러스 유입에 따른 위험도 분석 체계를 구현하였으며, 다양한 바이러스 유입에 따른 상수도 관망 위험도의 민감도 분석을 수행하였다. 제안한 분석 체계는 상수도 관망의 주요 소독 물질인 염소와 바이러스의 반응을 모의할 수 있도록 EPANET-MSX 모형을 탑재하였으며, 위험도 분석을 위한 QMRA(Quantitative Microbial Risk Assessment)를 적용하였다. 바이러스 유입 시나리오 구축을 위해 상수도 관망 내 유입되거나 인체에 유해한 영향을 줄 수 있는 바이러스를 우선 선별하였고, 인체에의 영향 및 염소와의 반응에 대해 정리하였다. 또한 바이러스는 모든 절점에서 유입이 가능한 것으로 가정하였으며, 최악의 상황 모의를 위해 바이러스가 지속적으로 유입되는 시나리오를 구축하였다. 적용 관망은 미국 내 실제 관망 중 반응계수에 대한 검토가 완료된 관망으로 선정하였으며, 관망의 구조 및 탱크의 유무에 따라 분류하여 적용한 인자들의 불확실성 및 경향을 파악하기 위한 MCS(Monte Carlo Simulation)를 통해 민감도 분석을 수행하였다. 제안한 분석 체계는 향후 수질 사고에 대한 위험도를 최소화할 수 있는 운영에 근거를 제공해 줄 수 있을 것이다.

핵심용어 : 바이러스, 몬테카를로 시뮬레이션, EPANET, 상수도 관망, QMRA

감사의 글

이 성과는 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2021R1C1C2004896)

* 정회원 · 한남대학교 공과대학 토목환경공학과 석사과정 · E-mail : kimss100978@naver.com

** 정회원 · 한남대학교 공과대학 토목환경공학과 석사과정 · E-mail : geumchae99@naver.com

*** 정회원 · 한남대학교 공과대학 토목환경공학과 학부연구생 · E-mail : tnekf085@naver.com

**** 정회원 · 한남대학교 공과대학 토목환경공학과 조교수 · E-mail : seungyub.lee@hnu.kr