

인공신경망을 이용한 상수관망 내 무수율 산정
Calculation of Non-revenue Water Ratio through the Artificial Neural
Network of Water Distribution System

장동우*, 최계운**, 박효선***, 조형근****

Dong Woo Jang, Gye Woon Choi, Hyo Seon Park, Hyoung Geun Jo

요 지

인천지역의 상수도공급은 팔당댐을 취수원으로 하여 도수, 송수관을 거쳐 인천지역 내 정수장을 통하여 각 급수지역까지 일원화된 관로시스템으로 공급되고 있다. 관망에서의 적절한 수압관리, 노후관로 교체사업 등은 급수관망 내 관로 사고위험을 줄일 수 있고, 누수량을 저감하여 무수율의 감소로 이어질 수 있다. 상수관망 내 누수에 영향을 주는 물리적, 운영적 요소를 파악하고, 이를 이용하여 누수해결을 위한 방법론을 제시하는 것은 매우 중요하다.

본 연구에서는 인천시 배수관망 데이터를 활용하여 통계분석 및 인공신경망을 통하여 무수율에 영향을 미치는 인자를 선별하고, 무수율과의 연관성을 분석하고자 하였다. 이를 위해 대상지역에 대한 시설현황 및 운영자료를 취득하고, 무수율 분석에 활용하였다. 인천시의 소블럭을 대상으로 관로노후도, 배수관연장, 평균관경, 급수전당 공급량, 누수발생 횟수, 용도지역, 관망구성 형태 등을 고려하여 무수율과의 관계분석을 위한 통계분석을 수행하였다. 특히 급수에 필요한 최소에너지와 관망에서 공급되는 에너지를 비교하기 위하여 관망해석 프로그램인 EPANET을 이용하여 관망내 절점에서의 수압과 수요량이 적용된 최소공급에너지를 활용하였고, 이를 통하여 블록 내 과잉공급에너지와 무수율의 영향성을 비교하였다. 최종적으로 산출된 주요인자에 대한 주성분분석, 분산분석, 다중회귀분석 등의 통계분석과 인공신경망에 의해 학습된 알고리즘을 통하여 산정된 무수율을 실측 무수율과 비교, 분석하였다.

인공신경망에 의해 산정된 무수율과 실측 무수율의 정확도를 평가하기 위하여 MAE, MSE, PBIAS 등의 정확도 평가와 산점도 분석을 수행하고, 상관계수를 도출하여 가장 정확한 방법을 결정하였다. 분석 결과 통계분석에 의한 다중회귀식으로 산출된 무수율 보다 인공신경망에 의한 무수율이 실측값에 더욱 근접한 것으로 나타났으며 이용된 뉴런의 수의 따라 산출결과가 상이하기 때문에 최적 뉴런의 수를 산정해야 할 필요가 있음을 확인하였다. 특히 사용된 상수관망 주요인자 중 주성분분석을 통하여 선정된 각 성분을 인공신경망에 적용시 더욱 정확한 무수율 예측이 가능한 것으로 나타났다.

핵심용어 : 인공신경망, 무수율, 급수에너지비, EPANET

* 정회원 · 인천대학교 건설환경공학과 박사수료 · E-mail : nightray@paran.com
** 정회원 · 인천대학교 건설환경공학과 교수 · E-mail : gyewoon@inu.ac.kr
*** 정회원 · 인천대학교 건설환경공학과 박사 · E-mail : hyoseondw@gmail.com
**** 비회원 · 인천대학교 건설환경공학과 박사 · E-mail : hkyft@naver.com