

Bayesian 기법과 연계한 SWMM 매개변수 추정 및 불확실성 분석

A Bayesian Approach to Storm Water Management Model (SWMM) for the Estimation of Parameters and Their Uncertainty

김장경*, 반우식**, 권현한***
Jang-Gyeong Kim, Hyun-Han Kwon

요 지

도시 유역의 강우-유출 모의에는 지표 투수율 및 하수관거 영향 등 인위적 배수계통의 영향을 고려할 수 있는 도시유출모형이 널리 이용되고 있으며, 모형 검증을 통해 모의 성능을 평가한다. 도시유출모형의 검증은 일반적인 강우-유출 모형과 같이 강우사상별 유량의 관측시계열과 모의시계열의 목적함수가 최소가 되는 최적 매개변수를 탐색하는 과정이다. 도시유출모형의 검증에서 발생하는 문제점은 크게 다음과 같다. 첫째, 대규모 도시 유역의 복잡하고 다양한 하수관거에 대한 최적매개변수를 관거별로 구하는 것은 물리적으로 불가능하다. 따라서 동일 배수분구내 하수관거의 매개변수 값은 동일하다고 가정하거나, 모형 단순화 과정을 통해 매개변수의 물리적 범위 내에서 최적해를 탐색해야 하는 단순화에서 기인한 불확실성이 있다. 둘째, 다양한 매개변수들의 물리적 범위를 고려하기 위해서는 전역최적화기법이 유효하다. 그러나 전역최적화 종류, 목적함수, 모의횟수, 목표성능별 최적 매개변수 결과가 각각 다르므로 추정된 최적 매개변수의 범위에 대한 불확실성이 있다. 이에 본 연구에서는 Bayesian 모형과 EPA SWMM(Storm Water Management Model)을 연계하여 도시유출모형의 매개변수 불확실성을 정량적으로 분석할 수 있는 모형을 제안하고자 한다. 이를 위해 서울 우이천 유역을 대상으로 SWMM 모형을 구축하고, 절단 정규분포(truncated Gaussian distribution)를 사전분포(prior)로 가정하여 매개변수의 물리적 범위를 고려하였다. 최종적으로 결합확률분포로 계산된 각 매개변수간 사후분포를 통해 모의된 유출량의 불확실성을 정량적으로 분석하였다. 본 연구에서 제안된 모형은 대규모 도시 유역의 도시유출모형 구축 시 다양한 매개변수의 물리적 범위를 고려한 최적화와 동시에 내재된 불확실성을 정량적으로 분석할 수 있으므로, 침수예측 및 홍수예경보 등의 문제에서 상당한 신뢰성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

핵심용어 : 도시유출모형, SWMM, 불확실성, 매개변수

감사의 글

본 연구는 국토교통부 물관리연구사업의 연구비지원(13AWMP-B066744-01)에 의해 수행되었습니다. 저자들은 전북대학교 방재연구센터에 소속되어 연구를 수행하였습니다.

* 정회원 · 전북대학교 공과대학 토목공학과 박사과정 · E-mail : kjk2388@jbnu.ac.kr

** 정회원 · K-water 댐·유역관리처 차장 · E-mail : banws139@kwater.or.kr

*** 교신저자, 정회원 · 전북대학교 공과대학 토목공학과 부교수 · E-mail : hkwon@jbnu.ac.kr