

폐합형 수계에 대한 수리학적 계산모형 개발

Development of Computational Model for Looped Network Channel

구강민*, 전경수**
Kang Min Koo, Kyung Soo Jun

요 지

최근 기후변화에 따른 국지성 집중호우 및 돌발홍수 증가로 도심지역에 많은 침수 피해가 발생하고 있다. 본 연구는 이러한 내외수에 영향을 받는 도시 중소하천의 침수 저감을 위하여 침수 예측모형에 적용 가능한 수리학적 계산모형을 개발하는 것이다. 일반적으로 자연하천은 수지형 수계가 대부분이며, 도시 우수관로와 관계배수 시스템 등은 폐합형 수계에 포함되어 수지형 계산모형으로는 도시 중소하천의 유출 모의를 할 수 없다. 폐합형 수계의 계산모형은 수지형에 비해 복잡하지만, 적용대상 수계가 폐합형이 아닌 경우에도 합류점의 유입량을 처리하기가 편리하고, 역방향의 월류 흐름이 존재하는 감조하천에서의 월류 흐름 모의가 가능한 장점을 갖고 있어 도시 내배수 시스템은 물론 자연하천에도 적용 할 수 있다.

본 모형은 절점, 수로 및 계산점으로 구성되는데 동력학적 방법인 1차원 Saint-Venant의 연속 방정식과 운동량 방정식에 수치해법을 이용하여 구하고자 하는 시간과 지점의 수위와 유량을 계산할 수 있게 구성하였다. 수치해법으로는 가장 보편적으로 사용되는 유한차분법 중 안정성과 정확성이 우수한 것으로 평가된 Preissmann의 4점 음해법으로 차분방정식에 Newton-Raphson 방법을 사용하여 유량과 수위 보정치에 Double Sweep 알고리즘을 적용하였다. 유한차분법은 안정성 문제를 수반할 수 있기에 시간 증분이 작을수록 Courant 조건을 만족할 수 있다.

모형 비교 검증을 위하여 동력학적 방법을 적용한 대표적인 폐합형 수계모형인 EPA SWMM을 지원하는 CHI사의 PC-SWMM 프로그램을 이용하여 가상의 폐합 수계를 구축하였다. 일반적으로 상류지점의 경계조건은 하류로 추적될 입력 자료로써, 상류지점과 합류지점은 유입되는 유량값을 그리고 하류지점은 유출되는 수위값을 경계조건으로 입력하였다. 운동량방정식의 에너지 경사와 마찰경사 항에 포함된 조도계수는 변화량에 중요한 물리적 요소이지만, 고정 상수값인 0.03을 적용하여 검증에 용의하도록 하였다. 구축된 모형과 PC-SWMM을 통해 산출된 계산점별 수위와 유량에 RMS 오차를 비교한 결과 만족할만한 결과를 얻을 수 있었다. 따라서 향후 내외수를 연계한 침수예측모형에 적용 가능할 것으로 사료된다.

핵심용어 : 폐합형 수계, Saint-Venant, Preissmann의 4점 음해법, PC-SWMM

감사의 글

본 연구는 국토교통부 물관리 연구사업의 연구비지원(13AW MP - B066744-01)에 의해 수행되었으며, 이에 사의를 표한다.

* 정회원 · 성균관대학교 수자원대학원 수자원학과 석·박사통합과정 · E-mail : koo00v@skku.edu

** 정회원 · 성균관대학교 수자원대학원 수자원학과 교수 · E-mail : ksjun@skku.edu