

불연속 흐름 모의를 위한 하천수리모형의 개발 및 적용

Development and application of river hydraulic analysis model for discontinuous flow simulation

정안철*, 노준우**, 김연수***, 김성훈****, 안현욱*****

Anchul Jeong, Joonwoo Noh, Yeonsu Kim, Sunghoon Kim, Hyunuk An

요 지

하천 및 수자원의 효율적인 관리와 더불어 다양한 수공구조물의 운영 및 관리를 위해서 구조물 주변에서 발생하는 불연속 흐름 및 급변류 등의 현상과 구조물 운영을 반영한 수치해석 기법을 이용한 모델 개발의 중요성이 커지고 있다. 본 연구에서는 하천의 불연속 흐름을 모의하기 위한 1차원 흐름해석 모형(K-River)을 개발하였다. 본 모형은 천이류와 급변류를 수치적으로 안정하게 처리하기 위하여 지배방정식을 보존형 Saint-Venant 방정식으로 선정하고, FVM과 Forward Euler 방법을 이용하여 이산화를 수행하였다. 수치흐름률을 계산하기 위해서 불규칙 단면과 하상의 급경사 등에 신뢰도가 높은 기법으로 판단되는 근사 Riemann해법 중 하나인 HLL flux를 이용하였다. 개발된 K-river 모형의 검증은 위해서 해석해가 존재하는 타원형의 하상용기가 있는 하도에 적용하였으며, 국내에서 하천 설계 및 관리를 위해서 광범위하게 이용되고 있는 1차원 흐름해석 모형인 FDM기반의 HEC-RAS 모의결과와 비교·검토를 수행하였다. 그 결과, FDM기법에서는 모의되지 않는 일부 급변류 패턴을 개발 모형을 통해 모의가능하였으며, 전체적으로 K-River가 기존 모형 보다 해석해에 근사한 결과를 나타내었다. 또한, 배수문을 비롯하여 합류부, 분류부, 펌프장, 암거 등이 설치되어 운영되고 있는 아라뱃길에 적용하여 K-River의 적용성을 평가하였다. K-River를 이용하여 아라뱃길의 흐름분석을 수행한 경우가 HEC-RAS를 이용한 경우보다 수위와 유량의 유동을 시간에 따라 세밀하게 모의하였으며, 이는 배수효과에 의한 파의 전달이 FDM기법 대비 정확히 모의되기 때문으로 판단된다. 추후 연구에서는 현재보다 시간간격을 상세화 하여 수집된 관측수위를 통해 추가적인 검증을 수행하고, 다양한 특성을 가진 타 하천 등에 적용하여 모형의 적용성을 확대하고자 한다.

핵심용어 : 불연속흐름, K-River, 흐름해석, 유한체적법

* 정회원 · 충남대학교 국제수자원연구소 연구원 · E-mail : anchuly@cnu.ac.kr

** 정회원 · K-water 융합연구원 물순환연구소 수석연구원 · E-mail : jnoh@kwater.or.kr

*** 정회원 · K-water 융합연구원 물순환연구소 선임연구원 · E-mail : yeonsu0517@kwater.or.kr

**** 정회원 · K-water 융합연구원 연구지원처 책임위원 · E-mail : sunghoonkim@kwater.or.kr

***** 정회원 · 충남대학교 지역환경토목학과 조교수 · E-mail : hyunuuk@cnu.ac.kr