

하천 합류부의 흐름특성 및 오염물의 혼합거동 모의
Numerical simulation of
flow characteristics and pollutant transport at river confluence

윤세훈*, 서일원 **
 Se Hun Yun, Il Won Seo

.....
 요 지

하천 합류부에서 수체의 흐름은 매우 역동적으로 변화하며 합류부의 복잡한 3차원 흐름과 난류 구조는 2차류(secondary currents)의 강도변화, 전단층(shear layer)의 뒤틀림 그리고 재순환구역(recirculation zone)의 발생 등 합류부에서의 독특한 특징을 형성한다. 이러한 특징들의 변화는 수체의 흐름구조 뿐만 아니라 하천으로 유입된 오염물의 거동에도 영향을 준다. 기존의 합류부 연구들은 주로 본류와 지류의 합류각이나 유량비에 차이를 두어 합류부의 특징 변화를 모의하였다. 하지만 실제 자연하천에서 홍수방지를 위한 수심확보, 건축자재의 골재수집 등 다양한 목적으로 수행되는 본류의 준설작업으로 인해 발생하는 본류와 지류의 하상면 단차 또한 합류부의 특성에 영향을 미치는 주요한 인자 중 하나이다. 단차가 커짐에 따라 증가하는 지류수체의 낙차는 이차류의 강화를 야기하며 이는 합류부에서의 유속구조를 변화시켜 흐름을 가속시키거나 지체시키며 오염물의 혼합에 영향을 미친다.

본 연구에서는 3차원 수치모의를 통해 90도로 합류되는 수로에서의 흐름구조와 오염물의 혼합에 단차비와 유량비가 미치는 영향을 모의하였다. 유동장 해석을 위해 3차원 RANS (Reynolds-averaged Navier-Stoke) 방정식을 사용하였으며 난류해석은 $k-\omega$ SST 모델을 이용하였다. 본류의 경우 11.4m의 수로 연장을 갖고, 하폭은 0.3m이며 수심은 단차의 크기에 따라 변화한다. 지류의 경우는 수로연장 1m, 하폭 및 수로깊이는 0.1m이다. 수치결과의 검증을 위해 이주하(2013)이 수행한 실내 합류수로의 실험결과를 이용하였다. 모의결과를 통해 파악한 합류부의 흐름 특성을 이용하여 적절한 2차원 분산계수를 산정한다. 자연하천에서 오염물의 혼합거동을 효과적으로 모의하기 위해 수심 평균된 2차원 이송-분산모형을 이용하는데 이때 적절한 분산계수의 산정이 필수적이다. 본 연구에서는 합류 후 흐름방향에 따라 분산특성이 상이한 구간을 구분하여 분산계수를 산정하였으며 이를 통해 오염물의 거동을 정확하게 모의하였다.

핵심용어 : 단차, 수치모의, 유량비, 2차류, 분산계수

감사의 글

본 연구는 환경부 국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었습니다(과제번호:22DPIW -C153746-04).

* 정회원 · 서울대학교 건설환경공학부 박사과정 · E-mail : yunjany85@snu.ac.kr

** 정회원 · 서울대학교 건설환경공학부 정교수 · E-mail : seoilwon@snu.ac.kr