

하상단차 하류부 난류흐름 거동 수치모의

Numerical Modeling of Turbulent Open Channel Flow Downstream of a Drop Structure

김병주*, 백종철**

Kim Byung Joo, Paik Joong Cheol

요 지

난류흐름 거동은 지형이나 수공구조물과 같은 고체 경계면의 변화에 민감하게 반응하며 특징 또한 다양하다. 보나 여수로 등과 같은 단차 구조물을 통과하는 흐름은 구조물의 모서리 같은 흐름 경계면이 급변하는 지점에서는 흐름분리(flow separation)가 발생하는 것이 특징이다. 이러한 흐름분리로 인해 전단층이 발생하며 흐름 재순환(recirculation)이 구조물 하류부에 형성된다. 이 연구에서는 낙차공 형식의 단차 구조물 하류부에서의 흐름 거동을 이해하기 위해 CFD모델링을 통하여 계산된 3차원 유동장을 분석한다. 난류 모의는 하이브리드 LES(large-eddy simulation)/RANS 계산 기법인 IDDES(improved delayed detached-eddy simulation)기법을 적용한다. IDDES의 기본 모형으로는 $k-\omega$ SST모형과 Spalart-Allmaras모형을 이용하여 두 모형의 성능을 평가한다. 자유수면의 변동은 VoF(volume of fluid)기법을 이용하여 계산하며, 각 지배방정식은 최소의 수치분산을 유지하면서 수치해의 안정성을 확보할 수 있는 2차 정확도의 유한체적법을 이용하여 이산화하였다. 수치해석 결과는 레이놀즈수 23,400과 후르드수 0.22의 조건에서 기존에 계측된 자료와 비교하여 수치모형의 정확도를 평가하고 하상 단차 하류부에서의 흐름 거동 특성을 분석한다. 계산 결과는 공학적으로 널리 사용되는 RANS 수치모의에서 볼 수 없는 전단층과 난류구조의 동적 거동 특성과 이에 따른 레이놀즈 응력분포의 특성을 설명해준다.

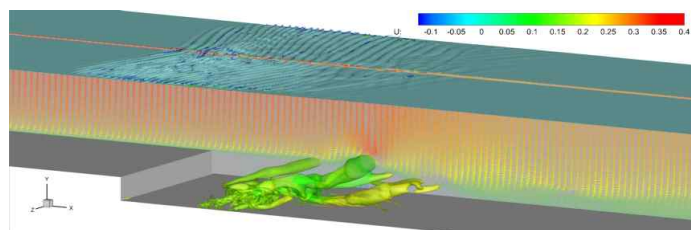


Fig. 1 Computed instantaneous velocity vectors at the center plane of channel overlaid by iso-surface of Q criterion and free surface

핵심용어 : 개수로, 흐름 분리, 전단층, 조직구조, 수치모의

감사의 글

이 연구는 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 됨(NRF-2019R1A2C1090809).

* 정회원 · 강릉원주대학교 공과대학 토목공학과 박사과정 · E-mail : kbt61002@gwnu.ac.kr

** 정회원 · 강릉원주대학교 공과대학 토목공학과 교수 · E-mail : paik@gwnu.ac.kr