

보 철거 전·후 평균흐름 및 난류의 특성

Characteristics of Mean Flow and Turbulence Statistics before and after Weir Removal

한상진*, 최성욱**
Sangjin Han, Sung-Uk Choi

요 지

하천 횡단시설물은 하천의 종적 연속성을 저해하여 유사의 흐름과 어류의 소상을 방해하고, 상류 퇴적 및 하류 침식을 유발함으로써 하천의 수리·지형·생태 특성에 영향을 미친다. 우리나라 하천에 설치된 보는 약 34,000개로 그중 5,900개소의 보는 파손 상태이며, 준공된 지 30년 이상 경과된 보의 비율은 90% 이상으로 조사되었다. 또한, 주변 농지 용도 변경 등으로 인해 매년 약 150개의 보가 용도 폐기되며, 대부분은 방치되어 시설물의 노후화 및 구조적 위험성에 대한 대책이 필요하다. 이에 따라 용도 폐기된 보의 철거를 통한 하천 연속성 회복의 필요성이 증가하고 있으나, 보 철거 이후에는 유사이송으로 인한 하상변동과 서식처 조건의 변화로 하천 생태계가 훼손될 우려가 있다. 이에 보 철거 후의 하천의 형태학적 변화와 물리서식처의 변동을 예측할 필요가 있다. 이를 위해 보 철거 전·후 유사이송과 하상변동을 유도하는 수리학적 변화를 파악하고자 평균흐름과 난류 특성을 분석하였다.

본 연구에서는 한강 유역의 공릉천 공릉2보를 대상으로 3차원 유동을 모의하였다. 연구 대상 구간은 공릉2보를 포함한 약 1 km 구간으로 평수량 조건에서 보 철거 전과 후의 유동을 모의하였다. 난류 해석을 위해 RANS 방정식과 고 레이놀즈수 모형인 표준 $k-\epsilon$ 난류 모형을 적용하였고, OpenFOAM의 interFoam 솔버를 사용하였다. PISO 알고리즘과 SIMPLE 알고리즘을 결합한 PIMPLE 알고리즘을 적용하였고, 자유수면은 VOF 기법을 통해 경계를 해석하였다. 바닥 부근 유동 특성을 재현하기 위해 거친 벽 조건과 벽함수를 적용하였다. 이를 통해 주요 지점의 평균유속, 레이놀즈 전단응력, 난류강도, 난류운동에너지의 분포를 계산하였다. 점변류 구간과 보 부근의 급변류 구간에서 평균흐름 및 난류 특성을 분석하고 레이놀즈 전단응력법, 유속의 대수법칙, 난류운동에너지 방법 및 단일 유속 대수법칙을 적용하여 바닥 전단응력을 계산하였다. 이를 1차원 유동 모의 결과와의 비교를 통해 1차원 모형의 적용성을 검토하였다.

핵심용어: 보 철거, 평균흐름, 난류 특성, 표준 $k-\epsilon$ 모형, 바닥 전단응력

감사의 글

본 연구는 기후에너지환경부 재원으로 한국환경산업기술원의 「미래변화 대응 수자원 안정성 확보 기술개발사업(RS-2024-00335281)」의 지원으로 수행되었습니다.

* 정회원 · 연세대학교 공과대학 건설환경공학과 석사과정 · E-mail : v8070@yonsei.ac.kr

** 정회원 · 연세대학교 공과대학 건설환경공학과 교수 · E-mail : schoi@yonsei.ac.kr