

양방향 흐름 제어를 위한 효과적인 수평적 수리 구조물 설계

Design of a hydraulic structure controlling bidirectional flow

손석민*, 황진환**

Seokmin Son, Jin Hwan Hwang

요 지

일반적으로 하천은 상류에서 하류로 흐르지만, 하구에서 일어나는 해안으로부터의 염수의 역류 혹은 상류에서 홍수 발생 시 순간적으로 나타나는 역류 등 주 흐름을 거스르는 흐름이 종종 발생하는데 이는 예상치 못한 피해를 가져올 수 있으므로 최대한 방지해야 한다. 즉, 양방향 흐름이 일어나는 지역을 단방향 흐름으로 바꿔줄 수 있는 수리 구조물의 설치가 필요하다. 역방향 흐름을 제어하는 대표적인 예로는 보가 있는데, 보는 충분한 수위 확보뿐만 아니라 하구에서 역류하는 해수를 방지하는 역할도 한다. 다만, 상류와 하류를 수직적으로 분리함에 따라 물고기의 자유로운 이동을 제한하는 등 생태계를 단절시키는 부작용이 나타날 뿐만 아니라, 최근 정부의 정책에 따라 세종보, 죽산보 등의 보 해체 결정이 이루어지면서 이를 대체할 방안이 필요하다. 따라서 이번 연구에서는 수직적인 구조물이 아닌 수평적인 수리 구조물을 고안함으로써 생태계에 큰 영향을 주지 않으면서 가장 효과적으로 양방향 흐름을 제어할 수 있는 구조물 설계 모형을 탐구해보았다.

구조물 설계 아이디어는 심장의 판막에서 고안하였다. 판막은 특정한 방향성을 갖는 구조로 이루어져 있으면서 혈액의 역류를 방지하는 기관으로, 비슷한 방식으로 하천에도 특정 각도를 갖는 구조물의 설치를 통해 단방향 흐름을 유도할 수 있다고 판단하였다.

실제 하천 규모에서의 실험은 불가능하다고 판단, 전산 유체 프로그램 OpenFOAM을 이용하여 가상 수로의 모델링을 진행하였다. 얇은 판 형태의 흐름 제어 구조물을 수로 측면에 각각 설치 후, 같은 조건에서 정방향 흐름과 역방향 흐름에 대해 각각 시뮬레이션을 진행하였다. 이때, 두 흐름의 하류 유량 크기의 차이를 단방향 흐름을 정량화하는 수치로 산정한다. 시뮬레이션은 구조물과 흐름 방향이 이루는 각도, 구조물의 개수 및 간격, 구조물의 비대칭성 등 여러 가지 조건을 바꿔가면서 진행하고, 유속 분포 및 후류의 크기 등의 수리학적 현상을 파악하여 계산 결과를 분석한다. 분석 결과를 바탕으로 하류의 유량 차이가 가장 크게 나타나는 수리 구조물의 조건을 결정하고, 해당 구조물의 실제 적용 가능 여부를 판단한다.

핵심용어 : 양방향 흐름, 수리 구조물, 유량, 유속 분포, 후류

감사의 글

이 성과는 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2020R1A2B5B01002249)

* 정회원 · 서울대학교 공과대학 건설환경공학부 석사과정 · E-mail : hand0902@snu.ac.kr

** 정회원 · 서울대학교 공과대학 건설환경공학부 교수 · E-mail : jinhwang@snu.ac.kr