

입자법을 이용한 댐 취수 운영의 3차원 해석 적용

An application of Smoothed Particle Hydrodynamics on intake system analysis in a dam

김성훈*, 조광준**, 박중익***, 문숙주****, 김종찬*****

Sunghoon Kim, Kwangjoon Cho, Chungik Park, Sukju Moon, Jongchan Kim

요 지

최근 기존의 격자방식의 해석 방법을 벗어나 해석 영역에 대한 분할을 별도로 고려치 않는 수치기법의 실무적 적용사례가 증가 하고 있으며, 이러한 방식중 SPH(Smoothed Particle Hydrodynamics) 방식이 근자에 수자원 분야에서도 도입되어 관수로 및 개수로 해석 또는 복합 해석 등에 활용된 바 있다.

최초 도입된 무격자방식의 모형들은 주로 복잡한 형상을 지니는 유체기계 등에 활용성이 높았던 바, 큰 규모의 해석 도메인을 가지는 수자원 분야에서의 SPH의 실무적용 평가와 효율성의 확보를 위해서, 본 연구는 국내 댐을 시범 대상으로 하여 SPH 수치해석 틀을 적용하고자 하였다.

분석 대상댐은 국내 P댐으로서 관리수위의 변동은 크지 않으나, 댐 직상류의 만곡이 심하고 다수의 대규모 취수구를 가진 곳으로 상시 발전방류 및 수시 댐 수문방류에 의해 유체의 흐름이 2,3차원의 복잡성을 띄고있기 때문에, 3차원 전산유체역학 Tool의 적용이 적절한 것으로 판단하였다.

해석을 위해 하류경계조건을 댐축과 문비로 설정하였고 상류 1km까지를 해석의 도메인으로 설정하였다. 소요시간을 줄이기 위해 여러 번의 모의를 거쳐 입자의 평균 입경은 0.6m로 제안하고 시격은 1초 미만(평균 0.5초)로 설정하였다. 수문 및 발전방류는 해당댐의 1~2년 빈도 수준에 해당하는 5,000m³/s 이하의 유량을 기준으로 하여 모의를 수행하였다.

모의의 안정성을 확보한 이후에는 해당 댐지역의 하류영향을 고려한 문비제어를 반영한 다양한 방식의 수문운영 및 취수지점의 순간 수위 영향을 검토하였다. 그 결과로 본 모의에서는 특정한 수문의 운영 조건에서는 댐수위 계측지점과 인근 취수지점 간에도 0.2m 수준의 순간 수위차가 발생할 수 있음을 보였으며, 이는 경우에 따라 취수시설의 일시적 장애요소로 발생할 수 있음을 의미한다. 따라서, 현재의 취수구조물과 문비운영 특성에 따라 발생가능한 취수장애를 줄일 수 있는 운영조건의 탐색을 위해서 수치모의를 추가로 하였으며, 이 때 댐축 상류의 유속분포에 대한 추가 검토도 수행하였다. 다만, 댐에서 방류시 하류조건에 대한 검토는 추후 보장되어야 할 것으로 판단된다.

핵심용어 : SPH(Smoothed Particle Hydrodynamics), 취수시설, 댐수위, 수문방류

* 정회원 · K-water연구원 책임위원 · E-mail : sunghoonkim@kwater.or.kr

** 정회원 · 이에이트(주) 부사장 · E-mail : b747@e8-korea.com

*** K-water 군위지사 지사장 · E-mail : parkji@kwater.or.kr

**** K-water 한강물관리처 부장 · E-mail : sjmoon@kwater.or.kr

***** 정회원 · K-water 낙동강물관리처 차장 · E-mail : ichan@kwater.or.kr