

여수로 방류에 따른 여수로 바닥 슬래브의 손상 메커니즘 검토

Examinations of Damage Mechanism on the Chuteway Slabs of Spillway under Various Flow Conditions

유형주*, 신동훈**, 이승오***

Hyung Ju Yoo, Dong-Hoon Shin, Seung Oh Lee

요 지

최근 기후변화로 인한 집중호우의 영향으로 홍수 시 댐으로의 유입량이 설계 당시보다 증가하여 댐의 안전성 확보가 필요하다(감사원, 2003). 이에 건설교통부(2003)는 기후변화와 댐 노후화에 대비하여 치수능력증대사업을 추진하여 댐의 홍수배제능력을 확보하였고, 환경부(2020)에서는 40년 이상 경과된 댐을 대상으로 스마트 안전관리체계 구축을 통한 선제적 보수보강, 성능개선 및 자산관리로 댐의 장수명화를 목적으로 댐의 국가안전대진단을 추진하고 있다. 이에 본 연구에서는 댐 시설(여수로)의 노후도 평가 시 활용 될 수 있는 여수로 표면손상 원인규명에 대하여 3차원 수치모형(FLOW-3D 및 COMSOL Multiphysics)을 통해 검토하고자 한다. 연구대상 댐은 00댐으로 지형 및 여수로를 구축하였으며, 계획방류량(200년 빈도) 및 최대방류량(PMF) 조건에서 모의를 수행하였다. 수치모의 계산의 정확도 검토를 위하여 Baffle의 설치를 통하여 시간에 따른 유량의 변화를 설계 값과 비교하였고 오차가 1.0% 이내를 만족하는 것을 확인하였다. 여수로 표면손상의 다양한 원인 중 기존연구(USBR, 2019)를 통하여 공동침식(Cavitation Erosion) 및 수력잭킹(Hydraulic Jacking)에 초점을 두었으며 방류조건 별 공동지수(Cavitation Index)산정을 통하여 공동침식 위험 구간을 확인하였다. 이음부의 균열 및 공동으로 인한 표층부 콘크리트의 탈락현상을 가속화시키는 수력잭킹 검토를 위하여 국부모형을 구축하였고 음압력(Negative Pressure), 정체압력(Stagnation Pressure), 양압력(Uplift Pressure)의 분포를 확인하였다. 최종적으로 COMSOL Multiphysics를 통하여 압력분포에 따른 구조해석을 수행하여 폰 미세스(Von Mises) 등가응력 및 변위를 검토하여 콘크리트의 탈락가능성을 확인하였다. 본 연구는 여수로 공동부 및 균열부에서의 손상메커니즘을 확인할 수 있는 기초적인 연구이지만 향후에는 다양한 지형조건 및 흐름조건에서의 압력분포 분석 및 유체-구조물 상호작용(Fluid-Structure Interaction, FSI)모의를 수행한다면 구조물 노후도 및 잔존수명 평가에 필요한 손상한계함수 도출이 가능할 것으로 기대된다.

핵심용어 : FLOW-3D, COMSOL Multiphysics, 공동현상, 수력잭킹, 손상 메커니즘

감사의 글

본 연구는 K-water연구원 연구과제 『K-water형 댐시설 유지관리 전략 개발 연구』에 대한 자문의 일부로 수행되었습니다.

* 정회원 · 홍익대학교 공과대학 건설환경공학과 박사과정 · E-mail : hyungzu11@gmail.com

** 정회원 · K-water연구원 물인프라안전연구소 연구위원 · E-mail : cutelion64@daum.net

*** 정회원 · 홍익대학교 공과대학 건설환경공학과 교수 · E-mail : seungoh.lee@hongik.ac.kr