

다양한 흐름조건에 따른 하천횡단구조물 하부의 도수특성 및 압력변동성 검토

Pressure fluctuation and characteristics of hydraulic jump downstream of a transversal structure for various Froude numbers

유형주*, 정석일**, 이승오***

Hyung Ju Yoo, Seok il Jeong, Seung Oh Lee

요 지

최근 이상기후로 인한 국지성 호우의 발생빈도 및 강우강도의 증가는 하천횡단구조물의 안정성에 문제가 되고 있다. 하천 횡단구조물(보, 물받이공 등)의 파괴는 국부 세굴(bed scour), 파이프링(piping), 구조물 본체의 불안정성 등의 원인으로 발생되고 있으며, 이 중에서 구조물 본체의 불안정성은 도수(hydraulic jump)로 인한 압력변이도 주요 원인이 될 수 있다 (Bower and Toso, 1988; Kazemi, F. et al., 2016). 그러나, 현재 직접적인 파괴 원인인 세굴 등에 대한 연구에 비해 압력변이로 인한 구조물의 파괴원인을 분석하는 연구는 미비한 실정이다. 본 연구에서는 다양한 흐름조건을 발생시켜, 하천횡단구조물 주변의 도수특성 및 도수로 인한 압력변이에 대하여 수리실험 및 수치모의를 통하여 검토하고자 한다. 수리실험에 사용하는 수로는 길이 10 m, 폭 0.3 m, 높이 0.4 m이며 상류로부터 2.5 m 떨어진 곳에 보(weir)를 설치하였다. 실험조건은 다양한 흐름조건에 따른 도수 발생을 검토하고자 상하류 수위를 조절을 통해 Froude 수의 범위를 $1 < Fr < 10$ 로 설정하였다. 압력변이는 전압형 압력계(Model : UNIK 5000, 압력 측정 범위 : $-2 \sim 5$ kPa)를 사용하였으며, 보(weir) 하류단에서 2.5 cm 간격으로 천공하여 측정하였다. 또한 3차원 모형인 FLOW-3D 모형을 이용하여 실험수로를 재현하였으며, 도수 발생 위치, 도수 길이, 도수 발생 시 압력변이에 대하여 실험결과와 수치모의 결과를 비교하여 수치모형을 검증하였다. 최종적으로 Froude 수에 따른 도수특성(도수 발생위치, 도수 길이 등) 및 최대 압력변이를 무차원화 하여 나타내었다. 본 연구는 도수 발생 시 압력변이로 인한 구조물 파괴분석에 대한 기초가 되는 기본적인 연구이나, 향후에는 물받이공 길이, 두께 등 하천횡단 구조물 설계인자 도출에 선행연구로 발전할 수 있다고 판단된다.

핵심용어 : 압력변이, 수치모형 실험, FLOW-3D

감사의 글

본 연구는 국토교통부 국토교통기술촉진사업 연구개발사업의 연구비지원(18CTAP-C133019-02)에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

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

** 정회원 · 홍익대학교 토목공학과 박사과정 · E-mail : suhibb@gmail.com

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