상하류 수위차에 따른 3차원 수치모의를 이용한 보 접속부 세굴특성 분석

Analysis of Characteristics for Bank Scour around Low Dam for Difference of Elevation using 3D Numerical Simulation

정석일*, 여창건**, 윤광석***, 이승오****

Jeong, Seok Il·Yeo, Chang Geon·Yoon, Kwang Suk·Lee, Seung Oh

요 지

태풍 루사나 매미에 의한 피해사례를 보면 하천 횡단 구조물 본체가 파괴되는 피해 뿐 만 아니라, 구조물과 제방과의 연결부가 세굴되어 붕괴되는 사례가 많이 발생하였다. 하천설계기준(2009)에는 이러한 보와 제방의 연결부 부분을 연결호안이라 하여 관련 기준을 제시하고 있으나, 설치구간의 길이를 정할 때 하천의 규모나 하도의 특성을 고려하지 못하고 일률적으로 결정하도록 하고 있다. 이에 건설기술연구원에서는 상류 Froude 수와 보 높이를 변수로 하는 연결호안 설치 길이에 대한 실험식(2006)을 제시하였다. 하지만 보 접속부 세굴에 영향을 주는 인자는 상류의 Froude 수와 보의 높이 뿐만 아니라, 상・하류 수위차, 보의 형상, 제방의 재료적 특성 등 많은 요인들이 존재한다. 이 중 본 연구에서는 상・하류 수위차와 보 접속부 세굴 범위의 관계를 파악하고자 한다.

보 접속부 세굴에 대한 수치모의에 앞서 Gill(1972)와 Dongol(1990)이 수행하였던 교대세굴 자료를 바탕으로 Flow-3D의 세굴에의 적합성 및 적용성을 검토하였다(그림 2참고). 검토 결과 수치모의의 입력 변수를 조정함으로써 실험값과 가깝게 나타나는 것을 확인하였다. 이렇게 조정된 변수를 이용하여, 보 접속부 세굴에 대한 수치모의는 상・하류의 수위차에 대해 다양한 검토를 하기 위해 상류의 수위를 1.0m로 고정한 채 하류부의 수위를 0.2~0.8m까지 0.1m간격으로 변화시켰으며, 유사의 대표 입경은 0.63mm로 주문진 표준사를 가정하였다. 모의 시간은 평형세굴심이 발생할 때까지 수행하였고, 난류모델로는 LES(Large Eddy Simulation)를 채택하였다. 모의 결과 상・하류 수위차가 증가할수록 보 하류부 세굴 길이(L_d)가 증가 하였으며, 세굴의 폭(B_d) 역시 증가하였다. 그림 3은 수치모의 결과로 세굴이 발생된 제방의 모습을 도시한 것이다.

핵심용어: 보 접속부, 세굴, 3차원 수치모의, 제방, 보, 상・하류 수위차

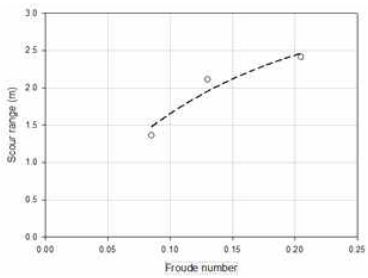

그림 1. Froude수와 세굴 길이

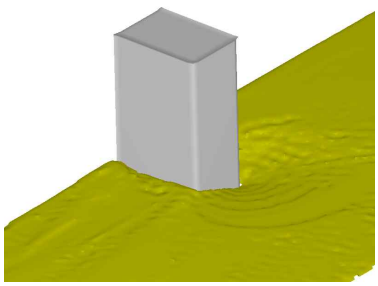

그림 2. 교대세굴양상

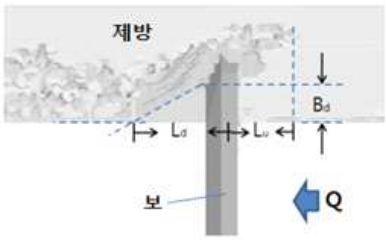

그림 3. 세굴 양상 및 관측 변수

* 비회원・홍익대학교 공과대학 토목공학과 석사과정・E-mail : suhib@naver.com
** 정회원・홍익대학교 공과대학 토목공학과 박사 후 과정・E-mail : gun1230@empal.com
*** 정회원・한국건설기술연구원 하천・해안항만 연구실 연구위원・E-mail : ksyoon@kict.re.kr
**** 정회원・홍익대학교 공과대학 토목공학과 조교수・E-mail : seungoh.lee@hongik.ac.kr