

제방붕괴로 인한 홍수파 선단의 축척효과 보정 방안

Method for Scale Effect on Front of Flood Wave Occurred by Levee Breach

정석일*, 김수영**, 이승오***

Seokil Jeong, Sooyoung Kim, Seung Oh Lee

요 지

이상기후로 인하여 제방붕괴에 대한 위험성이 높아지고 있고, 이로 인해 발생하는 제내지 내 붕괴 홍수파에 대한 연구가 증가하고 있다. 특히 홍수파 선단의 이동 속도 추정은 제내지의 위험성을 예측하고, EAP 등을 수립하는데 매우 중요한 자료가 될 수 있다. 제내지에서의 선단 홍수파에 대한 예측을 하기 위해서는 해당 지역의 하천특성, 수리특성 및 제방 등 수공구조물 특성뿐만 아니라, 제내지의 지형 및 토지이용 현황 등을 조사하여 수리실험이나 수치모의를 수행해야 하는 것이 일반적이다. 수치해석의 경우 수리실험에 비하여 경제성 및 효율성 측면에서 뛰어날 수 있으나, 제방 붕괴과정 및 메커니즘을 반영하기가 불가능하다. 이에 반해 수리모형실험의 경우 제방 붕괴 양상 및 그 과정의 재현이 가능하기 때문에, 제내지에서의 선단홍수파 전파에 관한 보다 정확한 양상을 파악할 수 있을 것이다. 그러나 이러한 실험은 실제 크기의 하천이 아닌 축소모형 또는 개수로에서 수행되었기 때문에, 초기 홍수파의 전파가 축척효과(Scale effect)의 영향을 받을 가능성이 매우 크다. 특히 선단 홍수파의 경우 파가 진행되면서 수심이 낮아지고, 유속이 느려지기 때문에 그 영향은 점차 증대된다고 할 수 있다. 이에 본 연구에서는 이러한 초기 선단 홍수파의 표면장력 영향을 고려한 보정 계수 산정에 대한 연구를 수리실험을 통해 수행하였다. 연구는 크게 4가지 과정으로 구성되었다. 첫째는 농도-표면장력의 관계 규명이며, 둘째는 표면장력-홍수파 전파 속도 관계 규명이다. 셋째는 표면장력과 Weber Number(We)의 관계를 도출하는 것이며, 마지막은 We 를 이용하여 한계조건을 제시하는 것이다.

실험은 계면활성제의 농도를 변화시켜가며, 얇은 유리관($D=1.0$ mm)에서 물의 상승 높이 및 접축각을 측정하여 농도와 표면장력의 관계를 측정하였으며, 이러한 결과를 바탕으로 물의 표면장력을 변화시켜 가며 $0.5(B) \times 0.3(L) \times 0.2(H)$ m의 Head-tank에 설치된 수문을 빠르게 개방하여, 홍수파가 퍼지는 양상을 관측하였다. 홍수파의 이동 속도는 진행시간에 따라서 퍼짐 넓이를 측정하여 제곱근을 취하는 방식으로 평균속도를 산정하였다. 이러한 관계를 이용하여 표면장력이 없을 경우의 이동속도 및 We 를 도출하였다. 본 연구를 통해 홍수파 전파 특성에 대한 수리실험 자료를 바탕으로 Weber 수를 도출하여 표면장력의 영향을 받는지 여부를 판단할 수 있으며, 표면장력의 영향을 받을 경우, 제시된 결과를 이용하여 홍수파 선단의 속도를 보정할 수 있다. 본 연구 결과는 토대로 축소모형으로 수행되는 홍수파 전파에 대한 수리실험결과의 보정 기초자료로 매우 유용할 것으로 판단된다.

핵심용어 : 표면장력, 홍수파 전파, Weber 수

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

** 정회원 · 한국건설기술연구원 연구원 · E-mail : freedance80@gmail.com

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