

포물선형 개수로에서 대응수심의 양해적 산정

Explicit solutions for alternate depth in parabolic open channels

김대근*
Dae Geun Kim

요 지

개수로에서 비에너지(specific energy)는 수로바닥을 기준으로 단위무게의 물이 가지는 에너지로 정의되며 흐름의 위치수두와 속도수두의 합으로 표현된다. 비에너지는 수로단면의 변화에 따른 수심의 변화를 해석하기 위하여 사용되는 중요한 개념이다. 사각형 개수로에서의 비에너지 관계식은 3차 방정식의 형태이며, 해석적으로 3개의 해(3개의 수심)를 가지나, 물리적인 의미를 가지는 해는 2개이며 나머지 하나의 해는 음수이므로 물리적인 의미를 가지지 않는다. 물리적인 의미를 가지는 2개의 해는 각각 흐름이 상류(subcritical flow)인 경우와 하류(supercritical flow)인 경우에 대한 수심이다. 즉, 일정한 유량이 흐르는 조건에서 동일한 비에너지를 가지는 수심이 상류와 하류에 각각 존재하는데, 이 2개의 수심을 대응수심(alternate depths)이라 정의한다. 이러한 사각형 개수로에 대한 비에너지 관계식은 3차방정식이므로 그 해석해를 구할 수 있어, 수로단면의 변화에 따른 흐름의 변화를 비교적 쉽게 해석할 수 있다.

사각형 개수로가 아닌 경우의 비에너지 관계식을 이론적으로 고찰하는 연구는 찾아보기 힘들다. 이에 본 연구에서는 포물선형 개수로에 대해서 비에너지 관계식을 유도하였다. 유도된 비에너지 관계식은 비선형 음함수의 형태로 해석적으로 해를 구할 수 없다. 유도된 관계식의 해법으로 2차의 정밀도를 가지는 Newton-Raphson 방법을 이용하였으며, 계산의 초기치는 상용화된 Excel에서 쉽게 구할 수 있는 회귀식을 이용하여 구하였다. 적용 예를 통해, 단순 회귀식을 이용하는 경우에는 정해와의 상대오차가 2 - 8% 내외였는데, 본 연구에서 제안하는 방법을 사용하는 경우에는 동일한 조건에서 상대오차가 0.25% 내외를 보였다. 즉 본 연구에서 제시하고 있는 양해법을 이용하면, 포물선형 개수로 흐름의 대응수심을 용이하게 그리고 정확도가 매우 높게 산정할 수 있다.

핵심용어 : 포물선형 개수로, 비에너지, 대응수심, Newton-Raphson 방법

* 정회원 · 목포대학교 공과대학 토목공학과 교수 · E-mail : kdg05@mokpo.ac.kr