

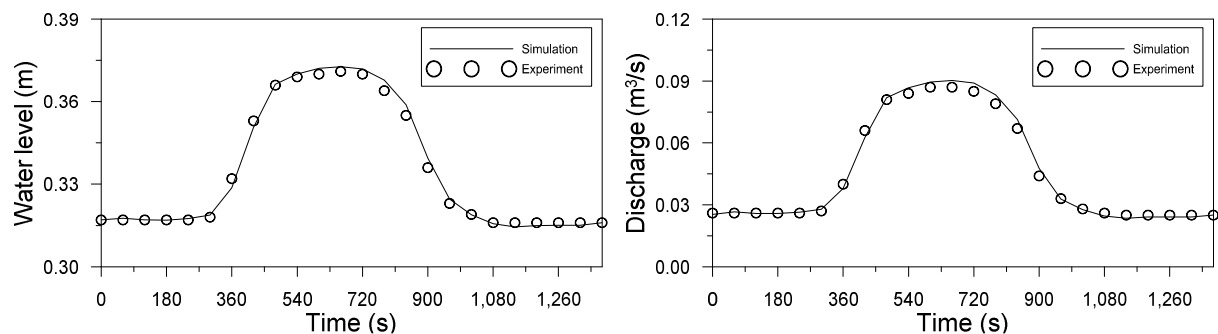
측면 위어가 있는 수로의 천수 흐름에 대한 2차원 수치모의

2D Numerical Simulations for Shallow-water Flows in the Channel with a Side Weir

황승용*
Seung-Yong Hwang

요 지

홍수 저감, 생태계 복원, 위락 등 다양한 목적의 증축을 위해 강변에 저류지, 즉 다목적 유수지(detention basin)를 조성하는 사례가 나타나고 있다. 하천에서 홍수의 발생으로 수위가 어떤 기준보다 높아지면, 흐름의 일부를 돌려 저류지로 보냄으로써 본류의 부담을 덜 수 있다. 이때, 흐름의 분기를 위해 설치되는 하천구조물 중 하나가 측면 위어(side weir) 또는 횡월류 위어(side discharge/overflow weir)이다. 하천의 계획과 설계에서 위어가 적용될 때, 위어에 대한 수위-유량 관계, 즉 그 형식과 제원에 적합한 유량계수(discharge coefficient)의 결정이 관건이 된다. 일반적인 위어와 달리 흐름 양상이 복잡한 측면 위어의 경우, 이론과 실제의 괴리가 아직까지 해소되지 않아 실험 또는 3차원 수치 모형을 이용한 시험으로 수위-유량 관계를 수립할 필요가 있다. 이렇게 결정된 수위-유량 관계는 1차원 또는 수심적분 2차원 모형의 내부 또는 외부 경계로 사용되며, 본류의 수위 증감에 따른 측면 위어의 횡월류량을 통해 저류지의 홍수 조절 능력을 평가할 수 있다. 이 연구에서는, 측면 위어의 수위-유량 관계가 알려지지 않더라도, 저류지에 의한 홍수 조절 효과를 평가할 수 있는 2차원 수치모의에 대해 검토하였다. 수치해법으로서 2차원 천수방정식에 대해 유한체적법을 적용하고, 흐름률(flux)의 정확한 계산을 위해 근사 Riemann 해법을 도입하였다. 먼저, 측면 위어가 없는 실험 조건에 대해 수로 내 한 측선에서 측정된 수위와 유량을 모의 결과와 비교하여 모형을 검증하였다. 이때, 경계 조건으로 상류 끝에 측정 유량을, 하류 끝에 측정 수위를 부여하였으며, Manning의 조도계수를 0.014로 설정하였다. 또한, 측면 위어가 설치된 수로에 대해 계산 영역을 340개의 삼각형 격자로 분할하고 측면 위어가 없는 경우와 동일한 조건을 두어 모의하였다. 측면 위어의 하류에 위치한 측선에서 측정치에 대한 평균 제곱근(root mean square) 오차가 수위에 대해 1.9 mm, 유량에 대해 2.2 l/s로서 그림과 같이 모의 결과는 실험의 그것과 잘 일치하였다. 이로써, 측면 위어에 대한 수위-유량 관계의 수립을 위한 실험 모형 시험 없이 수심적분 2차원 수치모의를 통해 저류지의 홍수 조절 효과를 평가할 수 있음이 확인되었다. 이 연구는 국토교통과학기술진흥원의 지원(과제 번호: 14CCTI-C063749-03)에 의한 것이다.



핵심용어: 측면 위어, 천수방정식, 2차원 수치모의, Riemann 해법, HLLL 기법

* 정희원 · 한국건설기술연구원 수자원 · 하천연구소 수석연구원 · E-mail: syhwang@kict.re.kr