

**비선형  $k-\epsilon$  모형을 이용한 식생된 개수로에서  
평균흐름 및 난류구조수치모의**  
**Numerical Simulations of Mean Flow and Turbulent  
Structure of Vegetation Open-Channel Flows  
Using Non-linear  $k-\epsilon$  model**

**최영우\*, 최성욱\*\***  
**Young Woo Choi, Sung-Uk Choi**

.....  
**요 지**

식생된 개수로에서 식생의 영향을 파악하기 위해  $k-\epsilon$  난류 모형을 이용하여 수치모의를 하였다. 식생의 영향을 고려하기 위해 항력항을 추가한 지배방정식을 구성하였으며, 지배방정식을 해석하기 위하여 유한체적법을 사용하였다. 수치모의에서 구한 식생된 개수로의 흐름구조를 기존의 수리실험 결과와 비교하여 비교적 잘 일치함을 확인할 수 있다. 난류의 생성과 소멸을 수치모의한 결과, 부분구간 식생된 경우 식생높이 보다 낮은 구간에서는 후류에 의한 난류 생성이 지배적이며, 식생높이보다 높은 구간에서는 주로 마찰에 의한 난류 생성이 지배적임을 보였다.

기존의 연구들은 식생의 영향을 고려하여 개수로의 흐름을 연구한 예는 드물며, 현재까지 진행되어진 국내의 연구는 난류모형을 이용하여 식생된 개수로에서의 흐름 구조를 모의하였다. 따라서 난류흐름을 모의하는데 가장 보편적인  $k-\epsilon$  난류모형을 이용하여 식생된 개수로에서 수직방향으로의 흐름구조와 식생의 영향을 해석하는 것은 그 자체로도 의미 있는 연구이며, 앞으로의 환경수리 문제를 해결하기 위해 선행되어야 하는 연구이다.

식생된 개수로에서의 난류구조와 부유사 이동에 대한 식생의 영향을 비정상 1차원 수직모형으로 해석하였으며, 폐합문제를 위해 2-방정식인  $k-\epsilon$  난류모형을 사용하였다.  $k-\epsilon$  난류모형에 식생에 의한 항력항을 더하여 지배방정식을 구성하였다. 수직방향에 대해 흐름방향 유속  $u$ , 난류에너지  $k$ , 그리고 난류에너지 소산율  $\epsilon$ 의 분포를 구하고, 부유사에 대한 수송방정식을 풀었다. 식생된 개수로와 식생되지 않은 개수로에서의 유속분포, 난류강도, 레이놀즈 응력 분포와 난류의 생성과 소멸을 구하여 식생이 난류흐름에 미치는 영향을 분석하였다.

**핵심용어 : 식생된 개수로 흐름, 비선형  $k-\epsilon$  난류모형, 평균흐름, 난류, 식생, 개수로**

\* 연세대학교 대학원 토목환경공학과 석사과정 · E-mail : [youngwoo@yonsei.ac.kr](mailto:youngwoo@yonsei.ac.kr)

\*\* 정회원 · 연세대학교 공과대학 토목환경공학과 교수 · E-mail : [schoi@yonsei.ac.kr](mailto:schoi@yonsei.ac.kr)