

빗물받이 연결관 역류 흐름 해석을 위한 Fluent 모형 적용 Backflow Flow Analysis of Street Inlet drain using Fluent Model

이민성*, 김정수**, 유인기***, 유규민****
Min Sung Lee, Jung Soo Kim, In Gi Yoo, Kyu Min Yoo

요 지

최근 국내 기후변화에 따른 국지성 집중호우로 인한 시간당 강우량의 증가로 도로부 유출량의 증가와 배수관거에서의 내수배제 불량에 따른 도심지 내수침수 피해가 증가함에 따라 이를 해결하기 위한 우수유출저감시설이 설치되고 있다. 그러나 대단위의 지하 저류시설의 지속적인 설치에 과밀화된 도심지에서 설치 지하공간의 구조적인 한계 및 적정 설치 위치의 미확보 등의 다양한 문제가 발생하여 저류시설의 침수저감 효과에 대한 추가적이고 새로운 저류시설에 대한 연구가 필요한 실정이다. 이에 내수 침수 저감 및 배수 능력 향상을 위한 도로 배수시설과 연계된 도로 측구부 저류시스템 구축이 필요하다. 이를 위해 역류 방지 및 노면수 저류 빗물받이에 적용되는 부력식 역류차단장치를 개발하였으며, 역류차단장치의 최적 형상 개발을 위해서 기존 빗물받이 연결관과의 통수능 비교 및 분석이 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 기존 빗물받이 연결관 및 연결관 내에 역류차단장치가 적용된 역류차단 빗물받이의 흐름분석을 위해 Fluent 모형을 이용하여 3차원 수치모의를 수행하였다.

수치모의 구성으로는 전체 형상을 40x50cm의 빗물받이 유입부와 50x50cm의 빗물받이로 결정하고 격자는 빗물받이 내부의 복잡한 3차원 흐름을 모의하기 위해 1.2~2mm 크기로 생성하였다. 다상유동 해석을 위해 VOF(Volume of Fluid)방법을 적용하였고, 수치해석 방법으로는 비정상류, 난류 모형으로는 SST $k-\omega$ 모형을 적용하였다. 해석조건으로는 김정수(2021) 등이 제시한 4차선 기준 설계빈도별(5~30년) 빗물받이 유입유량을 산정하여 빗물받이 유입조건으로 선정하였으며, 빗물받이와 연결관에서의 통수능력 분석 조건으로는 빗물받이에 기존 연결관이 부착된 조건과 연결관 내에 역류차단장치가 설치되어 역류차단장치가 개방된 조건에서의 통수능을 비교하였으며, 역류상황을 가정한 연결관에서의 통수능을 비교하기 위하여 역류차단장치의 개폐정도를 15도(통수단면 33%감소) 닫힌 상태 및 30도(통수단면 67% 감소) 닫힌 상태 조건을 대상으로 빗물받이와 연결관에서의 흐름을 모의하였다. 수치모의 결과 역류차단장치의 개폐조건에 상관없이 5년 빈도 유입량 조건에서는 완전 배수가 되었으며, 개폐조건 15도에서는 10년 빈도의 유입량에서는 완전 배수가 되었으나 20년 빈도 이상의 유입량 조건에서 빗물받이 유입부로의 역류가 발생하였으며, 개폐조건 30도에서는 5년 빈도 이상 유입량 조건에서 빗물받이 유입부로 역류가 발생하는 것으로 나타났다. 특히, 30년 빈도 이상의 유입량부터는 빗물받이 연결관 내에 역류차단장치 개폐조건과 관계없이 빗물받이 유입부로의 역류로 인한 도로 침수가 발생하기 때문에 유희공간인 도로 측구부를 저류공간으로 활용할 수 있는 도로 측구부 저류시스템의 구축은 필수적이라고 판단되며, 유량 조건에 따른 빗물받이 내부 와 흐름과 유출부에서의 유속 변화 특성을 확인하였다. 그러므로 측구 저류조 개발 형상과 연결한 3차원 흐름의 구현 및 분석에 Fluent 모형의 적용이 가능하다고 판단된다.

핵심용어 : 노면수, 측구 저류조, 빗물받이, Fluent 모형

감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 22CTAP-C164140-02).

* 정회원 · (주)씨앤아이테크 대리 · E-mail : alstk7923@gmail.com

** 정회원 · 부천대학교 토목과 조교수 · E-mail : hydroguy@bc.ac.kr

*** 정회원 · (주)씨앤아이테크 대표이사 · E-mail : yoo1264@gmail.com

**** 정회원 · (주)씨앤아이테크 대리 · E-mail : yougumon@gmail.com