

매개변수 최적화 및 LID 기법을 통한 도시지역의 유출량 분석

이형주*, 정건희**

*호서대학교 재난안전시스템학과

**호서대학교 건축토목공학부/재난안전시스템학과(대학원)

*e-mail: tnwkdjns2012@naver.com

**e-mail: gunhuic@gmail.com

Runoff Analysis in Urban Areas through Parameter Optimization and LID Techniques

Hyeong Joo Lee*, Gunhui Chung**

*Dept. of Disaster Safety Systems, Hoseo University

**Dept. of Architectural and Civil Engineering, Dept. of Disaster Safety Systems(Graduation school), Hoseo University

요약

최근 전 세계적인 기후변화와 지구온난화로 인해 폭우발생 빈도 및 강도가 증가하고 있다. 특히 도시지역 차원에서 급진적인 도시화와 산업 개발의 영향으로 불투수면적 증가는 내수침수 증가의 원인으로 판단하고 있다. 불투수면적이 높고 인구와 건물이 밀집되어있는 도시지역에서의 내수침수는 같은 극한 강우가 발생했을 때 더 큰 재산피해와 인명피해를 야기한다. 따라서 도시 우수관의 설계빈도를 결정하고 설계홍수량을 결정하는 일은 도시 홍수 저감을 위한 구조적인 대책 중 가장 우선적으로 고려되어야 한다. 본 연구에서는 도시 소유역에 강우-유출해석 프로그램인 EPA-SWMM의 모의를 통해 LID를 적용하여 유출량 저감 효과를 시나리오 별로 분석하였다. 대상유역은 서울 안양천 인근 가산1 빗물펌프장과 부산광역시 온천천 유역을 대상으로 연구를 진행하였으며, 옥상녹화, 투수성 블록 포장 등 각종 LID 기법을 이용해 시나리오 별 유출량 평가 및 분석을 실시하였다. 시나리오 모의 결과 LID 기법을 사용한 시나리오의 유출량이 확연하게 감소되는 것을 확인할 수 있었으며, 향후 유역의 내수침수 특성에 맞는 LID 시설의 설계가 필요하다고 판단된다.

1. 서론

최근 홍수시의 강우유출로 인해 도시지역에서는 하수도의 범람으로 인한 침수피해가 자주 발생하고 있다. 이와 같은 극한 강우 또는 폭우로 인한 지표면 유출량을 예측하고 하수도 시스템의 정비를 위해 유출모형을 적용하여 유출량 분석을 실시하고 있다. 또한 강우 시 배수구역 내 지표물질의 쓸림에 의해 발생하는 비점오염부하량을 산정하고, 하수처리장의 처리용량을 초과해서 발생하는 CSO(합류식하수도 월류수)량을 예측과 방류수계에 미치는 영향을 평가하기 위해서도 유출모형이 활용되고 있다. 따라서 늘어나는 비점오염원 관리의 필요성을 충족하기 위해서 현재 LID 시설에 많은 관심이 집중되고 있다. LID는 발생원 단계에 다양한 전략과 요소를 포함한 설계를 통해 유출수를 분산식으로 관리하는 접근 방법으로 이는 유역의 수문학적 특성을 유지 및 보전시켜 투수 면적 비율을 최대한 확보함으로써 기존 도시개발과 달리

유역 내 침투면적을 증가시켜 침투유량 뿐만 아니라 도달시간, 직접 유출량을 도시 개발 이전 상태의 수문학적 특성과 같도록 하는 자연친화적인 도시 설계 디자인을 말한다. 따라서 늘어나는 비점오염원 관리의 필요성을 충족하기 위해서는 LID 시설에 효율적인 적용과 더불어 모형 모의를 통해 최대한 실제와 유사한 유출량 저감의 모의의 결과를 나타내는 연구가 요구된다.

본 연구에서는 2개의 대상유역(서울특별시 안양천 인근 가산1 빗물펌프장, 부산광역시 온천천)에 LID 기법을 적용하여 강우-유출해석 프로그램인 EPA-SWMM 모형을 이용해 유출량 분석 및 평가를 실시하였다.

2. 방법론

2.1 EPA-SWMM

SWMM은 미국에서 1971년 EPA의 지원 아래 Metcalf&Eddy, Florida 대학과 Water Resources Engineers와의 공동 연구로 도시지역 하수시스템 내의 유량 및 수질을

모의할 수 있도록 개발되었다[1]. 월류, 배수, 압력류 (surcharge)등에 인한 수리학적인 영향들을 고려할 수 있으며, 여러 수리 구조물 및 저류시설에 대한 영향 평가가 가능한 정교한 모형이다[2]. 또한 도시구역의 유출과 비점오염원 배출 현상의 정량적 평가에도 이용이 가능하다. SWMM모형의 구성은 RUNOFF, TRANSPORT, EXTRAN, STORAGE, EXECUTIVE 등의 5개의 실행 블록들과 5개의 보조 블록들로 구성되며, 126개의 부 프로그램들로 구분되어 계산을 수행한다[3].

2.2 저영향개발기법(LID, Low Impact Development)

저영향개발(LID)이란, 1990년대 미국에서 처음 제안된 기법으로 자연 상태의 물 순환 체계와 유사하도록 빗물을 직접 유출시키지 않고 땅으로 침투, 여과, 저류하도록 하여 기존 지역의 특성을 최대한 보존하는 기법이다. 또한, 다기능 설계요소의 적용을 통해 하천을 포함한 자연 생태계와 생물자원의 유지가 가능한 친환경 분산식 빗물관리 기법이다. 저영향개발기법은 도시 개발 전 자연 상태의 물 순환 체계를 훼손하지 않도록 빗물 침투 및 저류를 증가시키는 것에 초점을 두고 있다.

도시화 단계에서 도로와 건물이 급격하게 들어서면서 기존의 토지는 물이 침투되지 않는 불투수면으로 바뀐다. 그 결과, 땅속에 흐르는 물이 다른 방향으로 흐르게 되고 침투되는 양도 적어져 지하수가 고갈되게 된다. 또한, 하천을 유지하는데 필요한 용수가 부족하고 하천 수질이 악화되는 등 문제점이 발생하게 된다. 따라서 이를 막고자 배수 시스템을 갖추어 홍수에 대비하게 되는데 최근에 급격하게 변화하는 기후변화로 인해 기존의 배수 시스템이 한계를 보이게 된다. 따라서 LID 기법을 이용하여 기존의 중앙 집중식 물 관리인 집중형에서 저류 및 활용, 침투를 통해 도시 배수 기능 이외에 유역과 도시 관리인 분산형으로 물 관리 시스템이 변화하고 있다.

3. 대상유역 및 자료 구축

행정안전부에서 매년 발간하는 재해연보의 침수 피해이력 자료를 활용하여 상습 침수 지역을 조사하고, 대상유역을 선정하였다. 대상유역은 서울특별시 안양천 인근 가산1 빗물펌프장(A), 부산광역시의 온천천(B) 지역으로 선정하여 연구를 진행하였다. 기존 연구에서는 본 연구에서 지정한 대상유역 이외에 대림3동 빗물펌프장, 목감천 유역을 대상유역으로 선정하였지만, LID 기법을 사용하여 유출량 분석을 용이하게 하기 위해 대상유역을 줄여 연구를 진행하였다.



[그림 1] 대상 유역 위치(서울특별시)



[그림 2] 대상 유역 위치(부산광역시)

기상자료 데이터 구축을 위해 서울 기상관측소와 부산 관측소를 선정하였다. 서울, 부산 관측소에서 관측된 시장우자료중 1980년부터 2020년까지 우기(5월에서 10월) 자료를 수집하여 강우사상을 분리하여 사용했다.

4. 결과

본 연구에서는 EPA-SWMM 모형과 LID기법을 이용하여 대상유역(서울특별시 가산1 빗물펌프장, 부산광역시 온천천)의 유출량 변화를 평가하고 분석하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1)가장 최근의 시장우자료를 활용하여 현재 도시지역의 유출량을 평가하고 분석할 수 있었음
- (2)LID기법을 사용하여 나타난 유출량 결과와 LID기법을 사용하지 않은 유출량 결과와 비교 분석한 결과 LID기법을 사용한 유역의 유출량의 저감을 확인할 수 있었음

참고문헌

- [1] 박준호, 유용구, 박영곤, 윤희택, 김중건, 박윤식, 전지홍, 임경재, “SWMM을 이용한 춘천 거두 1지구의 LID 개념 적용으로 인한 유출 감소 특성 분석”, 한국물환경학회지, 제 24권 6호, pp. 806-816, 2008년.
- [2] 김희수, 경건희, “저영향개발기법이 도시 유출에 미치는 영향”, 한국습지학회지, 제 23권 4호, pp. 307-316, 11월, 2021년.
- [3] 한용화, “자동유량을 이용한 도시 소하천 관리방안 연구-수질 모니터링 시스템”, 충남대학교 석사논문, 2014년