

# 모의 강우 실험을 통한 저류형 투수 블록의 유출곡선 분석

홍민수\*, 박정규\*\*, 박재록\*\*\*

\*(주)서화기술공사 수자원부 과장

\*\*㈜다츠 대표

\*\*\*부산대학교 녹색국토물관리연구소 전임연구원

e-mail:closej524@pusan.ac.kr

## Analysis of the Discharge Curve of a detention-type permeable Block using Simulated Rainfall Experiments

Min-Soo Hong\*, Jung-kyu Park\*\*, Jae-Rock Park\*\*\*

\*Water Resources, Seohwa Technology Corporation

\*\*D.A.T.S Inc.

\*\*\*Green Land & Water Institute, Pusan National University

### 요약

급격한 기후 변화와 가속화되는 도시화로 인해 도시 유역내 홍수 침수로 인한 피해가 증가하며, 도시 유역 물관리 기술이 대두되고 있다. 그에 따라 저영향개발(Low impact development, LID) 기술 중 하나인 투수성 포장에 널리 연구되고 있으며, 본 연구에서는 투수성 포장의 일종인 저류형 투수 블록의 우수유출저감 성능을 분석하고자 50 mm/hr, 100 mm/hr, 150 mm/hr의 인공강우를 모사하였다. 강우 모의 결과 총 유출체적을 바탕으로 침투 배수되는 유출율은 30 ~ 96%로, 지표유출 저감은 50 mm에서 최대 100%, 150 mm 강우에서 72%로 나타났다. 또한 강우의 배수 유출발생시간은 강우 분사 후 19 ~ 47분으로 나타났다. 저류 및 지체시간의 증가에 의한 하류 우수관거, 하천 등에 통수 부하를 매우 줄일 수 있을 것으로 사료된다

### 1. 서론

최근 급속히 가속화된 기후의 변화는 기후위기로 불리며, 많은 자연현상이 재해로 변화하고 있다. 자연재해는 대부분 기상재해에 기인하며 그중에서도 풍수해로 인한 피해가 가장 크다. 우리나라는 지리적 특성상 여름철 장마전선의 영향과 태풍으로 집중호우가 발생하고, 지형적 특성과 도시화로 인한 불투수면적 증가에 따른 재해취약 요인이 홍수 피해를 가중시킨다(김호준, 2020). 도시화되는 기존의 투수면적이 포장층으로 덮여 불투수화 되고, 포장층에 내린 강우는 침투와 저류 없이 도시 하천으로 방류 되고 있다. 이로 인해 이전과 같은 강우량에도 도시 하천은 쉽게 범람하고, 상습 침수구역이 생기는 등 유역의 기존 물 순환체계가 변화되었다(백중석, 2019). 서울시의 녹지 및 오픈스페이스 비율은 29.2%이며, 이를 제외한 불투수 포장률은 약 70%로 나타난다(서울시, 2020). 기후변화와 도시화에 따른 도시 유역 내 물순환의 변화에 적응하기 위해 저영향개발(Low impact development, LID) 기술을 활용한 소유역 물관리 기법이 연구되고 있다. LID 요소기술 중 하나인 투수성 포장은 불투수 포장층이 많은 도시유역에 적용하기 비교적 용이하며, 한정된 예산 내에서 많은 양의 우수유출수와 비점오염원을 저감을 침투 시킬

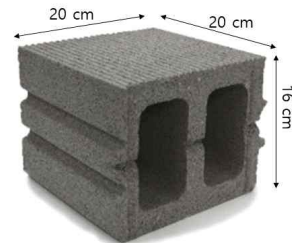
수 있는 것으로 연구되었다(최정현, 2020).

본 연구에서는 투수성 포장 기법 중 하나인 블록에 대하여, 투수성을 갖는 저류형 투수 블록 포장체에 대하여 다양한 시나리오의 인공강우를 모사, 지표유출과 포장체를 통해 투수된 침투 유출에 대한 수량을 정량적으로 분석하여 저류형 틈새 투수 블록의 유출저감 성능 분석을 실시하였다.

### 2. 연구방법

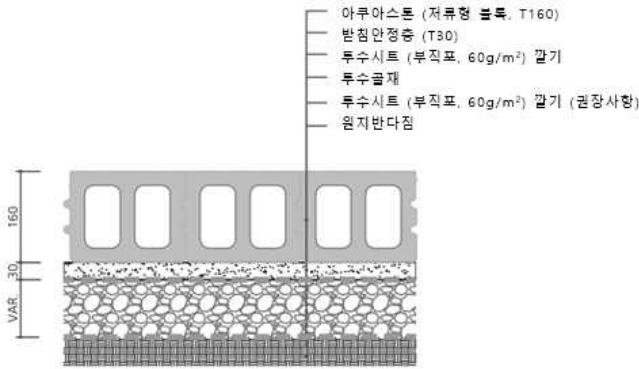
#### 2.1 대상 투수 블록 포장체

실험에 사용된 저류형 투수 블록은 20×20 cm의 정방형 윗면을 가지며, 일반적으로 사용되는 6~8 cm 높이의 블록과 달리 저류 기능의 향상을 위해 단면의 높이를 16 cm로 증가시키고 [그림 1]과 같이 저류 공동부를 위치시켰다.



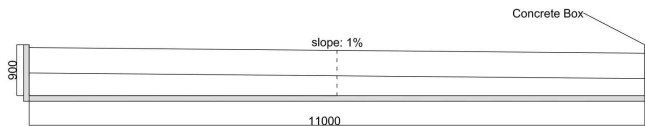
[그림 1] 저류형 투수 블록

저류형 투수블록은 자체면적에 대한 투수성은 없으며, 블록 옆면의 돌기에 의해 형성된 블록간의 틈새로 우수를 침투시킨다. 저류형 투수 블록을 적용한 포장체는 일반 모래 보조기층, 쇄석 저류기층의 단면을 가지며, 저류기층 저면에는 지름 100 mm의 유공관을 삽입하였다. 보조기층은 30 mm 저류기층 150 mm 깊이로 구성되어 [그림 2]와 같다. 또한, 보조기층 및 저류기층의 모래와 쇄석은 서울시 ‘투수블록포장 설계, 시공 및 유지관리 기준 2.0, 2013’의 기준을 따랐다.



[그림 2] 저류형 투수블록의 단면 구성 (mm)

저류형 투수 블록 포장체는 부산대학교 양산캠퍼스에 위치한 한국그린인프라저영향개발센터의 주차장형 LID 시스템 Test Bed에 시공되었다. 주차장형 LID 시스템([그림 3])은 강우 유입에 따른 지표 유출수와 침투 유출수의 개별 모니터링이 가능하며, 모니터링 자료의 시간 해상도는 1분 간격이다(Park, 2020).



[그림 3] 주차장형 LID 시스템 Test Bed의 측면도 (mm)



[그림 4] 저류형 투수블록의 시공

## 2.2 강우 모의 시나리오

지역별 방재성능목표 강우량(행정안전부, 2017)은 홍수, 호우 등에 의한 재해를 예방하기 위해 방재 정책 등에 적용할 강우량의 목표로 정의하고 있으며, 지역별로 재현기간 30년 빈도 상당의 확률 강우량에 미래 기후변화 시나리오(RCP 4.5, 단기)로 예측되는 강우 증가율을 고려하여 할증률을 적용한 예측 강우량이다. 할증률을 적용한 후 값의 단위를 5mm 기준으로 상향 적용하여 기준을 제시하고 있다. [표 1]의 부산광역시 방재성능목표 강우량에 대하여 50 mm/hr, 100 mm/hr를 채택하였으며, 극한강우의 재현을 위해 150 mm/hr를 추가로 선정하여 총 3개의 시나리오를 선정하였다(표 2)

표 1 지속시간별 방재성능목표 강우량(부산광역시)

강우지속시간	30년빈도 확률강우량 (mm)	방재성능목표 강우량 (mm)	환산강우강도 (mm/hr)
1시간	98.7	105	105.00
2시간	136.4	145	72.50
3시간	162.7	175	58.33

표 2 강우 모의 시나리오

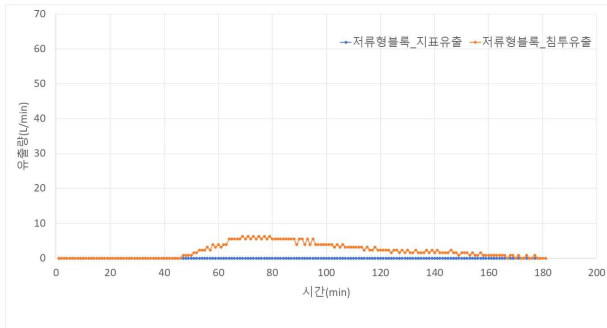
시나리오	지속시간 (hr)	강우강도 (mm/hr)
1	1	50
2	1	100
3	1	150

## 3. 결과

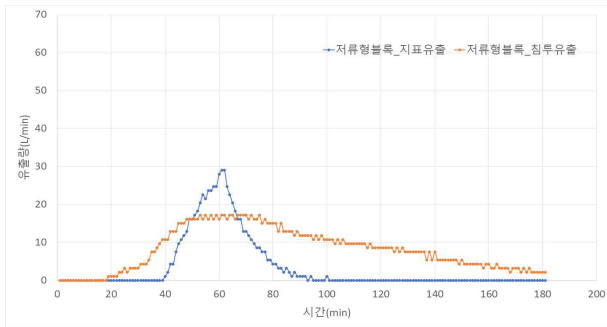
유출기준 설정을 위해 강우를 저류형 블록 포장면에 각각 분사하여 결과를 계측하였으며, 각 강우량별 유출발생양상을 다음에 나타내었다.

저류형 블록의 각 강우량별 유출발생양상을 모니터링하였으며, 총 유출체적 산정결과를 바탕으로 침투 배수되는 유출율은 30 ~ 96%로, 지표유출 저감은 50 mm에서 최대 100%, 150 mm 강우에서 72%로 나타났다. 또한 강우의 배수 유출발생 시간은 강우 분사 후 19 ~ 47분으로 나타났다.

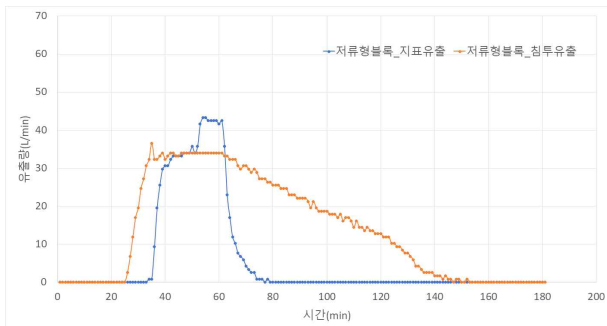
저류형 블록의 평형 유출량 및 도달시간은 분사된 강우가 포장층 및 하부기층 침투과정을 거치므로 다수의 지체가 발생하여 평형상태에 도달하기까지 약 53 ~ 64분이 소요되었다. 각 강우별 유출 그래프를 [그림 5]에 도시하였다.



강우량 50 mm



목표 강우량 100 mm



강우량 150 mm

<그림 5> 강우량에 따른 저류형 블록의 지표-침투 유출 곡선

#### 4. 결론

실외 주차장형 Test Bed에 설치된 저류형 블록 시스템의 경우, 지표유출과 배수 유출수에 대한 평형 유출 양상이 확연히 다르고, 저류형 블록의 경우 50 mm 강우에서 64분, 100 mm 에서 61분으로 지체시간이 매우 길어, 저류 및 지체시간의 증가에 의한 하류 우수관거, 하천 등에 통수 부하를 매우 줄일 수 있을 것으로 사료된다. 이는 LID의 주요 목적인 유출 총량의 저감과 지체시간의 증가를 효과적으로 증대 시킬 수 있는 것으로, 유역 내 넓은 면적에 대한 저류형 블록의 설치를 통해 우수관리의 편의를 크게 증대 시킬 수 있을 것으로 판단된다.

#### 참고문헌

[1] 김호준, “최근 풍수해피해 동향과 향후 변화 전망”, 국토연구원, 통권466호, ISSN 17393450, pp. 6-14, 8월, 2020년.

[2] 백중석, “저영향개발 시설의 요소기술별 연계 효과 분석”, 물환경학회논문집, Vol. 35, No. 1, pp. 35-42 1월, 2019년  
 [3] 서울특별시 지구단위계획 수립기준·관리운영 기준 및 매뉴얼, 2020년  
 [4] 최정현, “도시유역의 물순환 및 수질 개선을 위한 저영향개발 시설의 비용 효율 분석”, 물환경학회논문집, Vol. 36, No. 3, pp. 206-219, 5월 2020년  
 [5] 서울특별시, 투수블록포장 설계, 시공 및 유지관리 기준 (Ver. 2.0), 2013  
 [6] Jaerock Park, “Analysis of infiltrating water characteristics of permeable pavements in a parking lot at full scale”, MDPI Water, Vol. 12, No. 2081, July 2020