

철도차량기지 건설 시 LID 기법 적용 및 효과 분석

Analysis for application and effects of LID technique on the construction of railway depot

김찬식*, 허준**, 김진관****, 어성욱†

Chan-Sik Kim*, Jun Hur*, Jin Kwan Kim*, Seong-Wook Oa†

Abstract In recent years, heat island effect and urban floods have become more frequent in urban areas. It is widely known that such phenomena are mostly attributed to an increase in impermeable surface such as buildings and road pavements by urbanization. LID (Low Impact Development) has been a hot issue in watershed management due to increase in impervious areas with rapid urbanization and land use changes. This study illustrates how to design and evaluate the effect of non-point pollutant management using EPA-SWMM LID module and suggests design parameters for modeling LID facilities. Also, this study illustrates how to design and evaluate a non-point pollutant management detention pond using SWMM. In particular, special attention is given to the orifice design. In addition, a methodology which can be used to design a virtual junction in SWMM has been proposed to quantify water quality improvement triggered by the detention pond installation.

Keywords : Low Impact Development, Non point source, Railway depot, Rainfall runoff

초 록 기상변화에 따른 강우강도의 증가와 도시적 토지이용면적의 증가로 강우 시 비점 오염원의 관리에 어려움을 가중시키고 열섬현상과 도시홍수가 중요한 사회 문제로 대두되고 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위해 도시 및 개발지역에 개발 이전의 수문 순환 상태에 최대한 근접하여 개발로 인한 영향을 최소화 하는 저영향개발(LID ;Low Impactment Development)기법이 대두되고 있다. 그러나 현재 개발 사업에 적용할 수 있는 LID 기법 및 적용방안이 미비한 실정이다. 특히 철도차량기지 건설시 비점오염원에 대한 저감방안 수립은 장치형 비점오염저감시설 설치외에 별다른 대책이 없는 실정이며 LID기법 적용은 전무한 상태로 보다 적극적인 도입이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 LID 기법 중 하나인 투수블럭을 철도 차량기지에 적용하였을 때 우수유출량 및 비점오염 저감효과를 모델을 이용하여 정량화하고자 실무적으로 널리 이용되고 있는 EPA SWMM 5를 이용하여 LID 기법을 적용 및 평가하였다.

주요어 : 강우유출, 비점오염원, 저영향개발, 철도차량기지

1. 서 론

우리나라의 급격한 도시화와 인구증가로 인하여 수자원의 효율적 관리가 중요한 문제로 대두되며 점오염원 저감을 위한 처리시설의 확충과 기술개발은 이루어졌으나 상대적으로

† 교신저자: 우송대학교 철도대학 철도건설시스템학과(swoa@wsu.ac.kr)

* 한국철도시설공단 수도권본부, ** KORAIL 시설장비사무소

*** 고려대학교 환경시스템공학과

비점오염원 관리대책은 미흡한 실정으로 비점오염원관리의 중요성이 대두되고 있다. 또한 기상변화에 따른 강우강도의 증가와 도시적 토지이용면적의 증가는 강우 시 비점오염원의 관리에 어려움을 가중시키고 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위한 LID는 Low Impactment Development의 약자로서, 개발 이전의 수문 순환 생태에 최대한 근접하도록 개발하여 개발로 인한 영향을 최소화 하는 기법이다. 따라서 본 연구에서는 LID 개념을 적용한 투수블럭에 대해 강우강도 모사가 가능한 실험 장치를 이용하여 실내 및 실외에서 수행한 우수유출량 실험 결과를 통해 우수유출 저감 효과를 평가하였다. 또한 LID(투수블럭)기법을 철도 차량기지에 적용하였을 때의 저감효과를 모델을 이용하여 정량화하고자 실무적으로 널리 이용되고 있는 EPA SWMM 5를 이용하여 LID 기법을 적용하고 평가하는 방법을 제안하고자 한다.(김상단과 조덕준, 2007; Behera et al., 1999; Guo and Urbonas, 2002).

2. 본 론

2.1 SWMM

SWMM(Storm Water Management Model)은 1971년 미국 EPA의 지원 아래 Metcalf & Eddy사가 Florida 대학 및 W.R.E와 공동연구로 도시구역 하수시스템 내의 유량과 수질을 모의할 수 있게 개발된 모델이다. 도시구역 내에서 강우사상으로 인해 발생하는 유출량과 오염물질에 대한 지표면과 지표하 흐름, 배수관망에서 유출량 추적, 저류량 산정 및 오염물의 처리 등을 모의할 수 있다.

2.2 대상 구역

대상구역인 광주차량기지 구역의 토지피복도를 이용하여 살펴본 개발 전의 토지이용현황은 table 1과 같고, 광주차량기지 개발로 인해 일반 도시지역보다 강우 시 유출수량이 증가하여 비점오염원에 의한 부하량이 높게 나타날 것으로 판단된다. 또한 수질오염총량제 시행에 따른 비점오염원저감 및 수질의 효율적인 관리를 위해 수질개선이 필요하다.

2.3 투수블럭의 실내·외 우수유출량 실험

투수블럭의 우수유출량 저감효과를 평가하기 위하여 실내·외 우수유출량 실험을 수행하였다. 실내 실험은 강우 재현 장치를 사용하여 유압으로 강우량을 조정할 수 있으며 유압은 $1.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 부터 $3.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 까지 변화가 가능하다. 실외 실험은 $0.84\text{m}^3/\text{hr}$ 우수유입이 가능한 살수장치를 이용하여 살수하고 약 180분 동안 유출량을 측정하였다. 본 연구에서는 서울시 기준 100년 빈도 강우 유형을 고려하여 약 $100\text{mm}/\text{hr}$ 의 강우강도를 모사하였다. 실내실험결과 투수블럭은 일반블럭에 비해 약 30% 정도의 우수유출량 저감 효과를 나타내고 있다. 실외 실험결과 실내실험결과와 유사하게 투수블럭은 일반블럭에 비해 약 30% 정도의 우수유출량 저감 효과를 나타내고 있다.

Table 1 Designed value of LID system

Type	Area (km ²)	Ratio (%)
natural space	0.07	1.63
paddy field	2.77	65.78
forest land	0.84	19.90
building site	0.53	12.69
total	4.21	100.00

2.4 SWMM 모델을 이용한 저감효과 모의 결과.

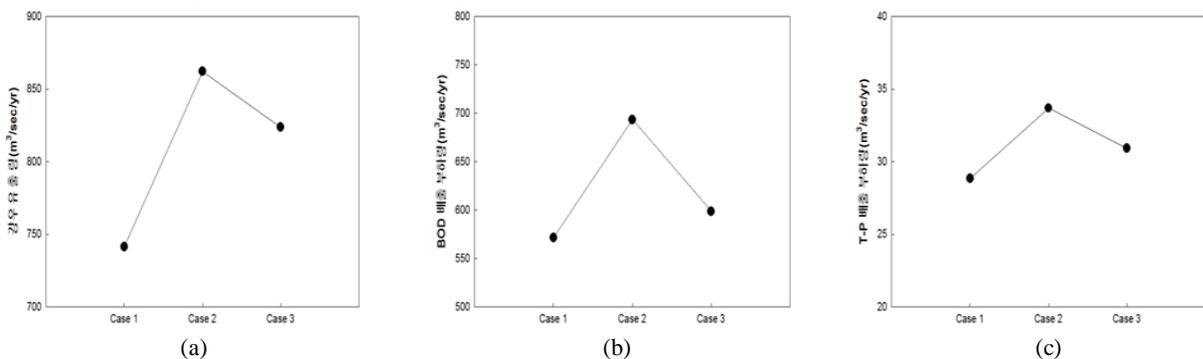
2.4.1 투수블록 적용

LID 매개변수를 이용하여 적용하고자 하는 투수블록을 사업부지에 해당하는 소배수분구에 각각 설정하였다. 설정한 투수블록을 분할된 소배수분구에 적절히 배치하기 위하여 도시지역 비점오염원 제로화사업 타당성 조사 보고서의 LID 기법의 설치면적, 영향면적 등을 참고하여 입력하였다.

2.4.2 배수분구 출구에서의 배출 부하량

LID 기법(투수블록) 적용에 의한 강우유출량과 비점오염물질(BOD, TP)의 저감효과를 분석하기 위하여 대상유역에 강우-유출모델인 SWMM 모델을 적용하였다. 최근 10년간 강우 유출 및 수질 모의를 수행하였으며, 투수블록의 저감효과를 분석하기 위해서 적용 시나리오를 구분하여 이에 대한 강우 유출과 수질을 모의하고 기법 적용 전과 비교하였다. 이를 위한 적용 시나리오는 case1(사업 전), case 2(사업 후), case3 (사업 후 투수블록 적용)와 같이 분류하였으며, 시나리오별로 유출모의를 한 결과, 배수분구 출구에서 배출되는 연평균 강우유출량과 비점오염물질 배출 부하량은 아래와 같다(Fig 1).

Fig. 1 Result value (a) average annual runoff , (b) BOD effluent load, (c) T-P effluent load.



2.4.3 투수블럭에 의한 저감효과 산정

투수블럭의 설치에 의해 저감되는 비점오염물질 저감량은 아래와 같다. 비점오염물질 부하량 저감효과를 살펴보기 위해 사업 후에 투수블럭을 설치하지 않았을 때와 투수블럭을 설치하였을 때의 BOD 부하량과 TP 부하량의 저감률에 대한 결과를 table 2에 나타내었다.

Table 2 Removal ratio of non-point source load by porous pavement after development

Type	Strom runoff removal (%)	BOD removal (%)	T-P removal (%)
natural space	4.46	13.65	8.22

3. 결 론

실내 및 실외 실험 결과 투수블럭은 일반블럭에 비해 최소 30% 이상의 우수유출 저감 효과를 나타내므로 투수블럭을 사용하면 도시부의 열섬현상과 도시홍수 개선에 기여할 것으로 기대된다. 또한 불투수면의 확대 등으로 배출량이 점차 증가하고 있는 비점오염원을 저감하기 위한 LID 기법의 저감효과를 모델링을 통하여 분석하였다. LID 기법(투수블럭) 적용에 의한 강우유출량과 비점오염물질(BOD, TP)의 저감효과를 분석하기 위하여 대상유역에 강우-유출모델인 SWMM 모델을 적용한 결과 case3(사업 후 투수블럭 적용)의 경우가 연평균 강우유출량, 연평균 BOD 배출부하량 및 연평균 TP 배출부하량이 가장 낮게 나타났다. 비점오염 부하량 저감율은 연평균 강우유출량 5%, 연평균 BOD 배출부하량 14%, 연평균 TP 배출부하량 8% 저감하는 것으로 나타났다.

참고문헌

- [1] S.D. Kim, D.J. Jo (2007) Runoff Capture Curve for Non-Point Source Management, *Journal of Korean Society on Water Quality*, 23(6), pp. 829-836.
- [2] P. K. Behera, F. Papa, B. J. Adams (1999). Optimization of regional storm water management system, *Journal of Water Resources Planning and Management*, 125, pp. 107-144.
- [3] J.C.Y. Guo, B. Urbonas (2002). Runoff Capture and Delivery Curves for Storm-Water Quality Control Designs, *Journal of Water Resources Planning and Management*, 128(3), pp. 208-215.