

지하수 확보를 위한 LID형 환경친화적인 빗물 저류 집수정 개발 Development of environmentally friendly rainwater storage collector for LID to secure groundwater

김용인*, 김영운**, 공윤정***, 양정석****, 이훈숙*****

Yong In Kim, Young Woon Kim, Yun Jung Gong, Jeong Seok Yang,
Hoon Suk Lee

1. 서론

홍수, 가뭄 등의 자연재해로 인하여 물로 인한 피해를 증가되고 있다. 즉, 불투수면이 증가되면서 물이 지하로 침투되지 않는 문제가 발생하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 기술로 지하수를 확보하고, 물의 인한 피해를 줄이기 위한 저영향평가(Low Impact Development, LID)이 도입되었다. 한편, 국내에서는 LID기술의 도입을 활성화하기 위해 서울시는 조례를 제정하였으며, 녹색 건축물 인증에는 평가항목으로 빗물관리를 추가하였다(MOLIT, 2016).

환경부에서 제시하고 있는 LID에 적용되는 빗물 관리 시설은 침투형 시설과 식생형 시설로 구분되며, 침투형 시설에는 저류지, 인공 습지, 투수성 포장, 투수 블록, 침투 도랑, 침투통, 침투트렌치와 침투관, 침투측구, 침투저류지 등이 있으며, 식생형 시설에는 침투화분, 식생수로, 식생여과대 등이 있다(MOE, 2013). 이러한 기술 중에서 가장 먼저 사용되는 기술이 빗물을 집수하는 기술이다. 빗물을 집수하기 위해 필요한 시설은 투수성 포장, 투수 블록, 집수정, 배수로관, 저류조 등이 사용되고 있으며, 이러한 시설은 각 지역별 특성을 고려하여 사용되고 있다.

기존의 빗물 집수시스템(이하 '기존 집수시스템')은 원형 배수로관과 집수정(이하 '원형 집수시스템')과 측구 배수로관과 집수정(이하 '측구 집수시스템')이 주로 사용되고 있다. 이러한 기술은 빗물이 내린 후, 표면수는 집수되지만, 지하로 침투되는 빗물인 침투수는 집수되지 못하는 단점이 있다. 이를 보완하기 위해 친환경적 수로형 빗물 집수시스템(이하 '수로형 집수시스템')을 개발하였다. 수로형 집수시스템은 표면수와 침투수를 모두 집수하는 방식이다. 본 연구에서는 이러한 빗물 집수시스템에서 사용되는 집수정에서 지하수를 확보하기 위한 기능이 추가된 집수정을 개발하고자 한다.

2. 빗물 저류 집수정 개요

본 연구에서 개발한 빗물 저류 집수정은 그림 1에 나타내었다. 그림 1 (a)에 나타낸 바와 같이 표면수와 침투수 유입공, 유입공 덮개, 집수통체와 집수통체 내부에는 그림 1 (b)와 같이 "L"자형 관, 집수통체 하부에 유출공으로 구성되어 있다. 빗물은 침투수 유입공이나 표면수 유입구를 통해

* 정회원 · 지성산업개발(주) 대표이사 (발표자) · E-mail : yongin7512@hanmail.net

** 정회원 · 인하대학교 환경안전융합전공 교수 (교신저자) · E-mail : mikey72@naver.com

*** 정회원 · 지성산업개발(주) 건설기술연구소 차장 · E-mail : jisung2012@hanmail.net

**** 정회원 · 국민대학교 공과대학 건설시스템공학부 교수 · E-mail : lyang@kookmin.ac.kr

***** 정회원 · (주)한양 소장 · E-mail : rrkcl@hycorp.co.kr

집수통체에 저류되었다가 일정 높이까지 올라가면, "L"자형 관을 통해 배출된다. 이와 동시에 집수통체의 하부에 위치한 유출공을 통해 지하로 배출되게 된다. 지하로 배출된 우수는 골재층에 모여있다가 시간이 흐르면 지하수로 사용하게 된다.

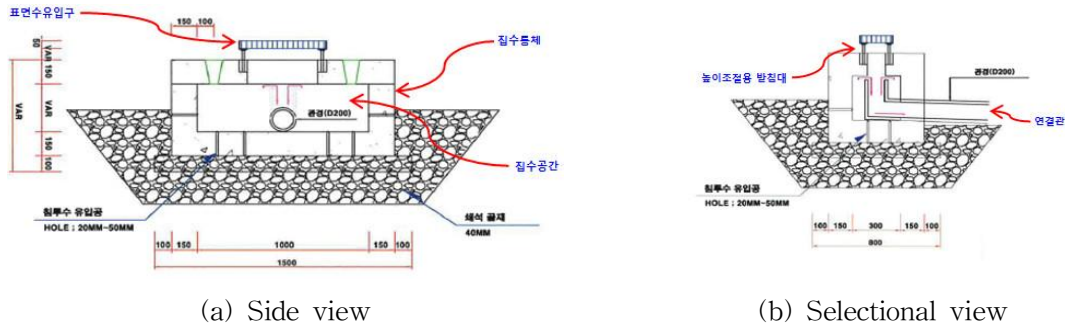


Fig. 1. Collector for rainwater storage

반면에 기존의 집수정은 빗물을 집수하게 되면, 관을 통하여 배출되게 되어, 집중호우 시에는 빗물이 역류되어 홍수로 이어지는 경우가 발생한다. 또한, 토양 하부층으로 빗물이 흘러내리지 않으므로, 지하수로 활용되기 어렵다. 반면에 개발된 빗물 저류 집수정은 빗물을 집수한 후, 관을 통해서 배출되거나, 하부로 배출되는 장점이 있어, 집중호우 시에도 관을 통해서 역류하는 효과를 방지할 수 있다는 장점이 있다.

3. 빗물 집수 및 저류 성능 평가

3.1 빗물 집수 성능

수로형 집수시스템을 개발하면서 평가한 결과를 적용하게 된다. 본 연구에서 개발한 빗물 저류 집수정은 기본적인 개념이 표면수와 침투수를 모두 집수한다는 수로형 집수시스템의 원리는 동일하다. 즉, 빗물 집수방식을 표면수와 침투수를 모두 집수하지만, 집수한 후, 배수방식에 차이가 발생하게 된다. 배수방식은 지하와 하수관으로 연결된 관으로 동시에 배출된다. 먼저, 빗물 집수 성능에 대해 살펴보면, Table 1에 나타낸 기존에 연구된 기존 집수시스템인 원형 집수시스템과 측구 집수시스템과 수로형 집수시스템간의 빗물 집수량의 차이를 적용하게 된다. 기존 집수시스템은 678.74mm를 집수하지만, 수로형 집수시스템과 동일한 빗물 집수 원리를 나타내는 빗물 저류 집수정은 782.20mm로 기존 집수시스템보다 최소 11.2%의 빗물을 더 집수할 수 있다(Kim, 2017).

Table 1. Collected quantity of rainwater collection

Classification	Quantity (mm)	Collection rate (%)
Round-type or side gutter collection system	678.74	100.0
Collector for rainwater storage	782.20	111.2

3.2 빗물 저류 성능

빗물을 집수한 후, 빗물을 집수정에 저류되었다가 일부는 관을 통해 배출되고, 일부는 집수정에 저류되었다가 하부를 통해 지하로 배출된다. 즉, 비가 오지 않을 시에는 집수정에 저류된 빗물은 집수정 하부로 배출되어, Fig. 1에 나타낸 골재 층에 머물러 있다가 지하로 스며들게 된다.

지하로 배출되는 수량은 골재의 양과 연관이 있다. 즉, 골재가 많을수록 지하로 배출되는 수량은 높아지게 되며, 골재의 양이 작으면 배출되는 수량도 적다.

골재를 채울 때, 폭, 세로, 높이를 2.3 m, 1.6 m, 0.5 m이며, 골재의 공극률은 0.35라면, 빗물 저류 집수정의 크기가 폭, 세로, 높이를 1.0 m, 0.3 m, 0.6 m라고 가정할 때, 빗물의 저류용량을 산정하였다.

골재의 저류용량은

$$[(2.3 \text{ m} * 1.6 \text{ m}) + (1.3*0.6)]/2*0.5 = 1.115 \text{ m}^3 * 0.35 = 0.39 \text{ m}^3$$

저류 집수정의 저류용량은

$$1.0 \text{ m} * 0.3 * 0.6 = 0.180 \text{ m}^3$$

총 저류용량은 골재의 저류용량과 저류 집수정의 저류용량의 합계는

$$\text{총 저류용량} = \text{골재의 저류용량} + \text{저류 집수정의 저류용량} = 0.39 \text{ m}^3 + 0.18 \text{ m}^3 = 0.57 \text{ m}^3$$

이다. 즉, 저류 집수정과 골재에서 저류하는 빗물의 용량은 0.57 m^3 이다. 즉, 기존 빗물 집수시스템은 침투수를 저류할 수 없으므로, 골재가 저류하는 빗물의 용량인 0.39 m^3 을 저류할 수 없게 된다. 빗물 저류량으로 볼 때, 본 연구에서 개발한 저류 집수정은 기존 집수 시스템보다 70%를 더 저류하는 것으로 나타났다.

4. 결론

본 연구에서는 기존의 빗물 집수 시스템의 문제점을 보완한 빗물 저류 집수정을 개발하였다. 본 연구를 통해 개발한 빗물 저류 집수정의 특징은 다음과 같다.

첫 번째, 빗물 집수 측면에서 집수방식이 수로형 집수시스템과 동일한 원리이므로, 기존 집수 시스템보다 빗물 집수효율이 11% 이상 높게 나타났다.

두 번째, 빗물 저류 측면에서 기존 집수시스템에서는 관을 통해서 배출되는 방식이지만, 빗물 저류 집수정은 관을 통해서 배출되는 방식과 지하로 배출되는 방식이 동시에 이루어지므로, 집중 호우로 인한 홍수에 대응이 가능하다. 집수정과 골재에 저류할 수 있는 빗물의 용량은 0.57 m^3 이며, 기존 집수 시스템보다 70%를 더 저류하는 것으로 나타났다.

본 연구결과를 이용하여 빗물 집수시스템에 정책에 적용하는 데, 자료로 활용될 것으로 사료된다.

참고문헌

Kim, Y. W., Kim, Y. I., Kim, C. H., Yang, J. S. (2017). "Evaluation of rainwater collecting qualities in rain-water collecting system for LID", *Proceedings of the Korea Civil*

Engineering Conference, Vol. 2017. No. 2.

Ministry of Environment (MOE) (2013). Application manual for LID.

Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT) (2016). Green standard for energy and environmental design.