



## 조립식 저류형 침투시설의 설계 및 공간적용 효과분석

### *Design and Effectiveness Analysis of prefabricated Storage-type infiltration facility*

이태구\*

Lee, Tae-Goo \*

\* Dept. of Architectural Engineering, Semyung Univ. South Korea (tglee2911@naver.com)

#### ABSTRACT

**Purpose:** This study has developed economical and environmentally friendly storage type infiltration facilities that securing storage space inside the infiltration facility. It focused on preventing flooding rainfall as well as securing more groundwater through rainwater infiltration that is valuable for the dry season. In addition, this study compares the installation cost of the storage-type infiltration facility to the cost of the conventional rainwater management facilities to demonstrate the economic efficiency of the storage-based infiltration facility. **Method:** Unit infiltration of this facility is calculated and when it was applied to a certain capacity, the amount of countermeasures are proposed in case study. **Result:** Unit infiltration of it is 0.2541 m<sup>3</sup>/m.hr and unit Temporary storage of it is 1.054m<sup>3</sup>/m. As a result, the infiltration effect of this facility is 1.306m<sup>3</sup>/hr. The cost was approximately 30% reduction in time to apply the storage type infiltration facility as compared with the case to apply the existing penetration of the facilities. Since the penetration of the existing facilities is smaller than that and it has much securing volume to process the same the amount of countermeasures. Therefore, it is determined that the cost significantly increases in material cost part. On the other hand, storage type infiltration facility is installed a small quantity because Unit Temporary storage and infiltration are bigger than that. So, it occurred to reduce material and installation costs.

#### KEYWORD

저류형 침투시설  
침투트렌치  
단위설계침투량  
단위설계침투저류량  
경제성 분석

Storage type infiltration facility  
Infiltration trenches  
Unit infiltration  
Unit Temporary storage and infiltration  
Economic Analysis

#### ACCEPTANCE INFO

Received Oct 11, 2016  
Final revision received Nov 20, 2016  
Accepted Nov 25, 2016

© 2016 KIEAE Journal

## I. 서론

전 세계적으로 미래의 기후변화를 예측한 내용에 따르면, 2020년에서 2100년까지의 강우량은 지속적으로 증가할 것과 증가된 강우량의 편중현상이 심화되면서 침수피해가 빈번하게 발생할 것으로 보고되고 있다. 또한 피해유발 폭우 발생빈도도 지속적으로 증가할 것으로 예상되어, 하천 유역 및 도심지의 피해가능성 또한 늘어날 것으로 예측되고 있다<sup>1)</sup>.

한편, 우리나라는 점차 아열대성 기후로의 변화로 봄·가을철 강수량이 감소되고 가뭄의 주기도 짧아져서 불투수포장율이 높은 도시지역에서는 하천의 수량을 유지하기 어렵고 전반적으로 지하수위의 저하가 나타나고 있다. 이와 같이 홍수와 가뭄 등 극도의 기후변화 양상이 나타남에 따라 이로 인한 피해를 최소화할 수 있는 방안이 요구된다.

최근 지자체에서 대상지역에 따라 빗물분담량을 계획하고 해당지역에 빗물의 이용, 침투, 저류를 복합적으로 유도함으로써 빗물의 유출이 억제될 수 있도록 빗물분담량 만큼 처리할 수 있는 시설을 적용하고 있다. 특별히 빗물관리 지구단위계획구역을 설정하고 구역 내 신축시설에 대해서는 시설별 빗물분담량을 의

무적용하고, 기존시설에 대해서는 공공지원의 시범사업, 캠페인 등을 통한 빗물관리시설 공급을 확충하도록 하고 있다<sup>2)</sup>.

특별히 집중강우 시 유출수가 발생하는 해당지역에서 저류기능을 포함한 빗물침투시설 적용을 통해 분산식으로 홍수발생에 대처할 수 있으며, 지속적인 침투를 통한 지하수위 확보 및 가뭄현상을 저감하는 복합적 빗물관리기술이 필요하다.

이를 위해 본 연구에서는 침투시설 내부에 저류공간을 확보함으로써 집중강우에 대한 홍수방지 뿐 아니라 빗물침투를 통한 지하수위 확보 등 갈수기에 대해서도 적극적으로 해결할 수 있는 보다 경제적이면서 친환경적인 저류형 침투시설을 개발하였다. 이러한 개발과정을 통하여 공간에 적용하기 위해 필요한 단위설계 침투량 산정 및 본 시설이 공간에 적용될 경우 기존의 빗물관리시설을 적용할 때에 소요되는 비용과 비교분석함으로써 경제성 부분의 효과를 제시하고자 한다.

## II. 연구방법 및 고찰

### 2.1 연구방법

본 연구는 앞서도 언급한 바와 같이, 홍수와 가뭄 등 극도의 기후변화 양상에 대응 가능한 침투 및 저류의 복합기능을 수행할

수 있는 빗물관리시설을 검토하고, 이를 공간에 적용하기 위해 고려되어야 하는 침투효과 및 경제성 등을 분석함으로써 앞으로 이루어질 저영향 개발에 대안을 제시하고자 한다.

이를 위해 빗물침투시설의 특성을 분석하고 각각의 침투시설이 갖는 침투효과가 동일한 제반조건 하에서 해당시설의 어떠한 요인에 의해 영향을 받는지 분석하고자 한다. 또한 일정한 공간에 동일한 빗물대책량을 처리하는 것을 전제로 각각의 빗물침투시설을 적용할 경우 소요되는 비용을 분석함으로써 앞으로 빗물관리계획을 수립하는데 다양한 시설과 대안을 제시하고자 한다.

(1) 침투능 분석

침투시설의 침투능은 시설의 형상과 설계수두에 따라 달라진다. 즉, 시설의 폭과 설치되는 깊이, 또한 시설이 원통형인지 정방형인지에 따라 침투율이 결정된다.

서울시 빗물관리 기본계획(2013)에 의하면 적용시설의 단위설계침투량을 기본으로 하여 해당지역에 적용된 수량에 따라 설계침투량이 정해진다. 따라서 어느지역에 부과된 빗물침투대책량을 처리하기 위하여 특정한 기술을 적용할 경우, 해당 기술에 대한 단위설계침투량과 설계침투량 산정이 필요하다.

이에 본 연구에서는 기존의 침투시설인 투수성포장과 침투통, 침투트렌치의 침투능과 침투시설에 저류기능을 복합화한 저류형 침투시설의 단위설계침투량을 산정하고, 이를 일정용량 공간에 적용하였을 경우 설계침투량을 계산하여 빗물대책량을 도출하고자 한다.

(2) 경제성 분석

경제성 분석을 위하여 서울시 빗물관리 기본계획에 의거하여 특정 대상지에 민간건설에 의한 아파트단지 개발 시 요구되는 빗물관리 필요대책량을 산출하였다. 산출된 필요대책량을 투수성포장이나 침투통, 침투트렌치, 이용시설 등 기존의 시설로 계획할 경우 소요되는 비용을 산출하였다. 또한 투수성포장과 이용시설을 동일하게 적용하되 기존의 침투시설 대신 본 연구에서 제안하는 저류형 침투시설을 대체하여 적용할 경우 소요되는 비용을 산출하여 각 대안에 대한 경제성을 비교분석하였다. 해당시설의 설계단가는 물가정보의 값을 적용하였다.

2.2 시설구성의 특징

침투의 기본방식은 투수포장에 의한 면적침투, 침투통 방식의 점적 침투, 침투트렌치 방식의 선형침투이다. 이러한 침투시설에 저류공간을 확보하여 일시저류와 침투기능을 유도하는 저류형 침투시설이 있다.

침투시설의 비침투량은 시설의 직경 D와 설계침투심 H의 관계를 이용하여 결정되는 상수로서 그림3과 같이 그래프값에 의해 결정하거나, 또는 식1.2와 같이 해당시설의 기본식에 의해 산정하게 된다. 비침투량 기본식에서도 해당시설의 폭의 범위에 따라 계수 a,b를 산정하는 방법이 달라진다.

표1의 원통 침투통은 측면 및 저면침투방식의 시설로서 설계수두는 1.5m 이하, 시설의 직경 D가 0.2~1.0m인 경우 적용되

Table 1. Features type of infiltration facilities

Property Type	Permeable pavement	Infiltrated through	Infiltrated trenches	Storage type infiltration Facility
Application Examples				
infiltrated method	Planar infiltrated	Point type infiltrated	Linear infiltrated	Temporary storage and infiltrated
Treatment goals rainfall (mm/hr)	5~7mm/hr	10~15mm/hr	10~15mm/hr	10~30mm/hr
Application space	sidewalk or Plaza	Around buildings, green spaces, roads, parking lots, etc.	Around buildings, green spaces, roads, parking lots, etc.	Around buildings, green spaces, roads, parking lots, etc.
Rate of infiltration(K) m <sup>3</sup>	K=aH+b	K=aH <sup>2</sup> +bH+c	K=aH+b	K=aH+b
	H : Water level(m)	H : Water level(m) D: Facilities diameter(m) (0.2≤D≤1.0)	H : Water level(m) W: Facilities width(m)	H : Water level(m) W: Facilities width(m) (1.0≤W≤10.0)
	a=0.014 b=1.287	a=0.475D+0.945 b=6.07D+1.01 c=2.570D-0.188	a=3.093 b=1.34W+0.677	a= -0.453W <sup>2</sup> +8.289W+0.753 b=1.458W <sup>2</sup> +1.27W+0.362
Facility Capacity(m <sup>3</sup> /hr)	Unit Infiltration ×Facilities Area	Unit Infiltration ×Number of facilities	Unit Infiltration ×Number of facilities	(Unit Infiltration+Unit Storage)×Facility Capacity

3) 침투시설로부터의 침투량을 포화투수계수로 나눈 값이며, 이 값은 시설의 형상과 침

수심, 즉 설계수두에 의해 영향을 받는 값이다.

는 비침투량 기본식을 적용하게 되며, 각각의 상수 a,b,c는 표 1에서 제시한 값을 따르게 된다. 또한 침투트렌치의 경우는 측면 및 저면침투방식의 설계수두 1.5m 이하인 시설로서 이때 a는 3.093 상수이며, b는 시설폭에 의해 결정되는 값이다.

저류형 침투시설은 침투통 형태의 점적시설을 다수 개선형으로 조합하여 침투트렌치보다 더 큰 저류공간을 확보하고 침투기능을 함으로써 침투와 저류를 동시에 구현하도록 개발된 시설이다. 이 시설은 형태적으로 블록의 유닛으로 구성되어, 적용하고자 하는 공간의 토지이용현황에 맞춰 적층 및 선형으로 연결할 수 있다. 이러한 형태적 특징으로 해당지역의 빗물처리목표량에 따라 시설용량을 자유롭게 증감할 수 있는 조립식 시설이다.

재료적 특성으로는 황토를 첨가한 무기질 결합재와 쇄석을 사용하여 블록형태로 만든 시설로서 0.83mm/sec의 투수성을 갖는다. 또한 블록에 의한 저류공간 확보와 자체의 투수기능을 이용하여 빗물이 중력에 의해 토양으로 침투되도록 하고 있다.

이러한 블록유닛을 기본구성으로 하며, 이를 적층연결하여 침투저류구조체를 만들고, 전처리조와 이를 연결하는 연결관, 침투저류구조체에서 공공관거로 연결하는 월류관으로 구성되어 있다. 따라서 일정규모의 블록 내부공간에 빗물이 저류되었다가 블록의 투수공에 의해 토양으로의 침투를 유도하는 무동력 침투저류시설이다.

Fig. 1. The Unit of Infiltrated Block and its Its combination

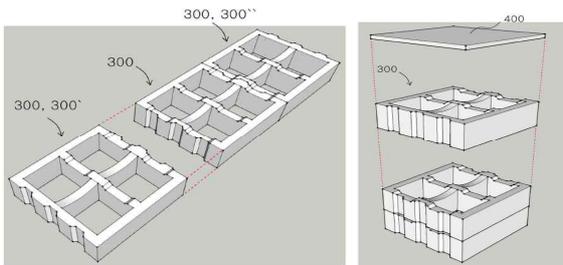
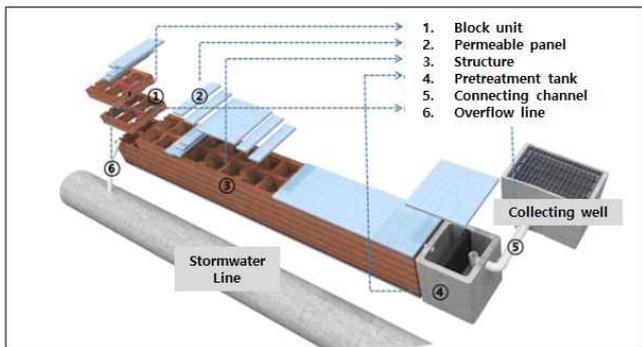


Fig. 2. Construction of facilities



각각의 시설이 갖는 침투능은 시설의 형상과 설계수두에 의하여 결정되며, 침투통의 침투능이 침투트렌치의 것보다 큰 이유는 통이 일정규모 빗물을 가두었다가 이를 침투시키기 때문인 것

으로 분석된다. 즉, 침투시설의 침투량을 결정하는 비침투량(K) 값에 영향을 주는 a,b 계수값에서 침투통의 깊이 트렌치의 값보다 크기 때문이다.

앞서 기술한 바와 같이 저류형 침투시설은 시설의 단위침투량과 단위저류량이 합쳐진 침투저류량을 단위처리량으로 계산하기 때문에 적용하는 크기에 따라 홍수예방과 지하수위 확보의 효과를 갖는 장점을 가지고 있다.

### III. 연구결과

#### 3.1 단위설계침투량

##### (1) 저류형 침투시설의 단위설계침투량

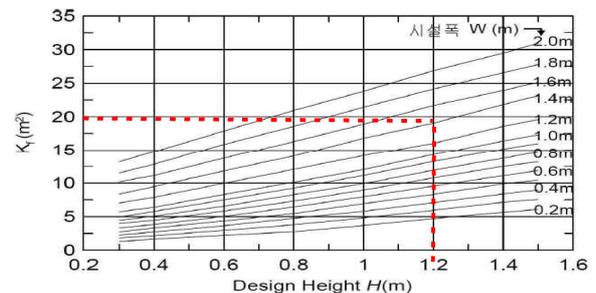
저류형 침투시설은 측면 및 저면침투 방식의 침투통 형태의 점적시설을 다수 개선형으로 조합하여 침투트렌치보다 더 큰 저류공간을 확보하고 침투기능을 함으로써 침투와 저류를 동시에 구현하도록 개발된 시설이다. 따라서 저류형 침투시설의 기본유닛은 정방형이며, 측면 및 저면에서 침투가 이루어지고 시설폭 1m 이하에 해당하는 정방형 침투통의 비침투량 기본식을 적용하였다.

해당시설의 설계침투량은 침투시설의 단위설계침투량<sup>4)</sup>에 설치수량을 곱한 것들을 합산하여 산정한 값으로, 해당지역에서 침투시설을 설치함으로써 예측할 수 있는 침투량을 의미한다. 따라서 검토기술을 적용함으로써 예측되는 침투량은 단위설계침투량에 적용된 시설의 길이를 곱한 값으로 나타난다.

$$\text{설계침투량 (m}^3/\text{hr)} = \text{단위설계침투량 (m}^3/\text{hr/m)} \times \text{설치 길이(m)} \quad (\text{식 1.1})$$

단위설계침투량을 구하기 위하여 시설형상에 의해 산정되는 비침투량을 우선 산정하였다. 설계수두 H: 1.2(m), 시설높이 1.0(m), 바닥면 쇄석포설깊이 0.2m 로서 그림 3에 의하여 비침투량은 19.5m<sup>3</sup> 이다.

Fig. 3. Rate of infiltration of Square shape infiltrated through



한편, 비침투량 산정식은 해당시설의 설계수두와 폭에 영향을

4) 침투시설의 단위설계침투량은 해당시설의 단위규모가 갖는 시간당 침투량으로, 침투시설의 형상과 설계수두를 고려한 기준침투량(Q<sub>0</sub>)과 적용지역의 지하수위나 공극의 막힘 등을 고려한 영향계수(C)를 곱하여 산정한 값, 즉 비침투량에 의해 산정된다. 따라서 본 시설의 비침투량을 산정하고 이를 근간으로 단위설계침투량을 산정하였다.

받는 계수값으로 산정식에 의해 구하기도 한다<sup>5)</sup>.

$$\text{즉, } K_f = aH + b \quad (\text{식1.2})$$

$$\begin{cases} a = -0.453 W^2 + 8.289 W + 0.753 = 11.46972 \\ b = 1.458 W^2 + 1.27 W + 0.362 = 4.99768 \end{cases} \quad (\text{식1.3})$$

$$K_f = 11.46972 \times 1.2 + 4.99768 = 18.761 \quad (\text{식1.4})$$

이에, 저류형 침투시설의 비침투량은 그래프에 의한 산정값과 계산식에 의한 값의 평균값인 19.13m<sup>3</sup>으로 산정되었다.

해당시설의 단위설계침투량은 토양의 포화투수계수<sup>6)</sup>(k<sub>0</sub>)와 영향계수<sup>7)</sup>에 비침투량을 곱한 값으로서 0.2541 m<sup>3</sup>/m.hr이다. 이는 일반적으로 적용하는 침투트렌치나 침투측구(w300)의 값이 0.057m<sup>3</sup>/hr인 것에 비해 약 4.5배의 침투능을 갖는 값이다.

$$\text{영향계수}(C) = 0.81(C_1 \times C_2)$$

$$\begin{cases} C_1 \text{ (지하수위 영향에 의한 저감계수 : 0.9)} \\ C_2 \text{ (막힘 영향에 의한 저감계수 : 0.9)} \end{cases}$$

[비침투량]

$$K_f = (\text{그래프에 의한 간편식 값} + \text{기본식 값}) \div 2 = 19.13$$

[기준침투량<sup>8)</sup>]

$$Q_f = k_0 \times K_f = 0.01643 \times 19.13 = 0.3143 \text{m}^3/\text{hr}$$

[단위설계 침투량]

$$Q = C \times Q_f = 0.81 \times 0.3143 = 0.2541 \text{m}^3/\text{hr}$$

### (2) 저류형 침투시설의 단위설계저류량

본 시설은 투수블록 유닛의 적용에 의해 저류공간이 형성되기 때문에 빗물의 일시저류가 가능하다. 따라서 본시설의 단위저류량은 해당기술의 단위크기에 의한 저류용량과 저류효율, 시공시 쇄석 및 모래에 의한 단위저류량을 합한 값으로 산정한다.

$$\text{단위설계저류량 (m}^3/\text{m}^2) = \text{단위크기저류량 (m}^3/\text{m)} + \text{쇄석저류량} \quad (\text{식1.5})$$

시공시 적용되는 쇄석은 30~40%의 공극율을 갖고 있으며, 이에 단위쇄석 설치부피와 공극율을 곱한값이 된다. 이와 같이 산정하였을 때 단위설계저류량은 1.0544m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>이다.

침투저류시설 용량 + 쇄석 및 모래의 단위저류량

$$\begin{cases} \text{쇄석(40mm) 공극율} & : 30\% \sim 40\% = 35\% \\ \text{조립식항토빛물침투저류조 공극율} & : 85\% \end{cases}$$

$$(1.0 \times 1.0 \times 1.0) \times 0.85 + [(1.2 \times 1.2 \times 1.1) - 1.0] \times 0.35 = 1.0544$$

### (3) 저류형 침투시설의 단위침투저류량

단위구조체 1.0×1.0×1.0m 에 대하여 단위설계침투량 0.2541 m<sup>3</sup>/m.hr 과 단위설계저류량 1.0544m<sup>3</sup>/m 을 합한 값 1.306m<sup>3</sup>/hr를 단위침투저류량의 성능을 갖는다.

## 3.2 공간적용 시 경제성 분석

### (1) 적용대상지의 개요 및 필요대책량 산출

적용대상지의 개발유형은 민간개발로서 토지이용형태는 아파트단지이다. 서울시 빗물관리 가이드라인에 의하면 민간시설이며 대규모시설은 시간당 5.5mm의 강우유출에 대해 대책을 수립하도록 하고 있다.

따라서 빗물관리 대책량은 68.9m<sup>3</sup>/hr로 산정되었으며, 이를 기존시스템을 적용할 경우와 저류형 침투시설을 혼합 적용할 때의 대책량 및 비용을 분석하였다. 적용시설은 투수성포장과 빗물이용시설은 동일하게 적용하나 침투시설에 있어서는 기존안은 침투측구와 트렌치, 침투통 이 적용되며, 다른 대안으로는 침투시설에 있어 저류형 침투시설만을 적용하는 조건으로 비교 분석하였다.

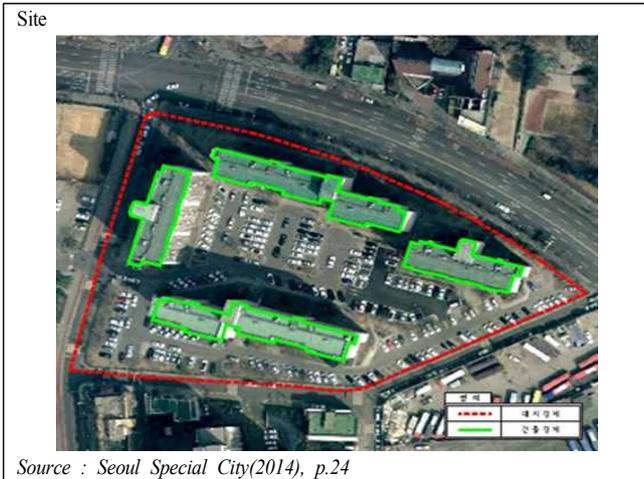
Table 2. Overview and measures the amount of output

Overview designation			
Rainwater share amounts(A)	5.5mm/hr - Private(Large-scale facilities)		
Site Area (B)	13,360m <sup>2</sup>	Green area (C)	1,400m <sup>2</sup>
Building area(D)	2,600m <sup>2</sup>	Permeability	0.01643m/hr
Apply area(E)	12,520m <sup>2</sup>	(E=B-(C×(3/5)))	
Necessary measures(F)	68.9m <sup>3</sup> /hr	F=A×E÷1000 ①	

### 2. Calculating the amount of installed measures

The existing system		Alternative plan			
Infiltrated F.	67.5m <sup>3</sup> /hr	②	Infiltrated F.	68.72m <sup>3</sup> /hr	②'
Harvesting F	5.5m <sup>3</sup> /hr	③	Harvesting F	5.5m <sup>3</sup> /hr	③'
Amount of installed	73.0m <sup>3</sup> /hr	④	Amount of installed	74.2m <sup>3</sup> /hr	④'

5) 비침투량(침투시설로부터의 침투량을 포화투수계수값으로 나눈 값)은 침투시설의 형상과 설계수두(H)를 변수로 하여 기본식에 의해 산정된다. 이때 침투시설의 폭(W)에 따라 적용하는 기본식이 다르며, 계수 a,b 또한 다르게 계산, 적용된다. 이에 대한 자세한 내용은 「서울시 저영향개발 사전협의제도 안내(2014)」에 준하여 적용하였다.  
 6) 침투시설을 적용하는 해당지역의 토양포화투수계수를 적용하나, 서울특별시의 관련 지침에 의해 서울특별시 평균포화투수계수 0.01643m/hr를 일괄 적용한다.  
 7) 영향계수는 토양특성, 시설물형상, 설계수두 이외에 지하수위, 막힘 등을 고려하여 일반적으로 c=0.81을 적용한다.(서울특별시, 2013)  
 8) 시설의 기준침투량은 여러 가지 토양의 물성에 크게 영향을 받지 않는 비침투량(침투 시설로부터의 침투량을 포화투수계수로 나눈 값)을 이용해서 기준침투량을 산정한다. 기준침투량을 구하기 위한 절차 중 비침투량은 침투시험시설의 형상과 설계수두를 변수로 하는 간편식(그림3)이나 현장침투시험 시설의 비침투량을 구한다.



(2) 설계대책량의 산출 비교

공사비 산출은 각 시설의 설계단가를 물가정보지에서 구한 다음, 설계수량을 곱하여 산정하였다. 산정결과, 침투측구, 침투트렌치, 원형 및 정방형의 침투통을 적용한 기존시스템의 안에 대한 공사비는 54,245,120원이 소요되며, 저류형 침투시설을 적용할 경우는 37,807,760원의 공사비가 소요되는 것으로 분석되었다.

즉, 동일한 설계대책량을 맞추기 위하여 기존의 침투시설을 적용할 경우 비교하여 저류형 침투시설을 적용 시 약 30%의 공사비가 절감됨을 알 수 있다. 그중에서 재료비 부분이 약 45%가 절감되고 시공비에 있어서 약 15% 비용이 절감되어 침투시설 총 공사비가 약 1,600만원의 절감효과가 발생한다.

이는 기존의 침투시설이 저류형 침투시설에 비해 침투 및 저류효율이 작기 때문에 동일한 대책량을 처리하기 위해서 물량을 많이 확보해야 되고, 따라서 재료비 부분에서 비용이 크게 증가되고 있는 것으로 판단된다. 또한 실제 분석에 사용된 기존 침투시설 중 침투트렌치나 침투측구, 침투통의 재료단가가 확인되지 않아서 일반 트렌치나 측구, 맨홀 등의 단가를 적용함에도 이와 같은 비용차이가 발생하는데 침투시설의 단가를 적용할 경우는 최소 1.5배의 비용이 더 들것으로 예측된다.

반면 저류형 침투시설을 적용할 때에는 단위설계침투량 및 저류량이 크에 따라 적은 수량을 설치하여도 설계대책량에 도달할 수 있어 비교적 재료비와 시공비용을 동시에 줄이는 효과가 발생한다.

Fig. 4. Cost comparative analysis according to each facility

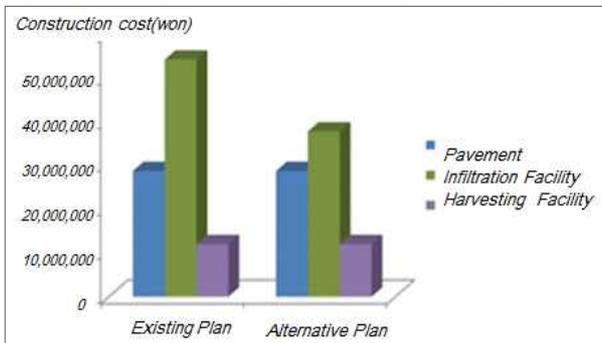


Table 3. The existing system vs. Alternative plan

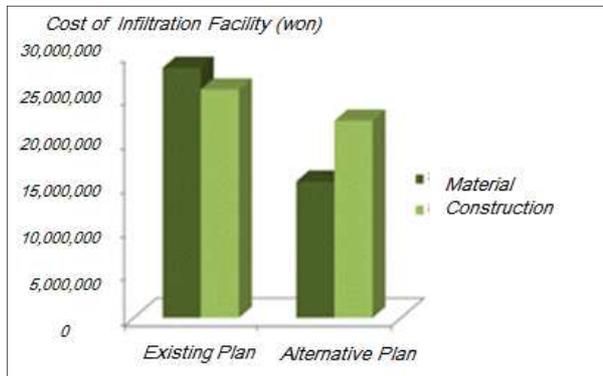
	Name of Facility	Rate of infiltration (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> , m,ea)	Unit Infiltration(1) (m <sup>3</sup> /hr·m <sup>2</sup> ,m,ea)	Count of Facility (2)	Design Quantity (m <sup>3</sup> /hr) (3)=(1)×(2)
<b>■ The existing system 73.0m<sup>3</sup>/hr</b>					
Pavement	Permeable pavement (T0.24)	1.290	0.017	300.0 m <sup>2</sup>	5.10
	Permeable pavement (T0.25)	1.291	0.017	400.0 m <sup>2</sup>	6.80
Infiltration	Gutter W250	3.888	0.052	200.0 m	10.4
	Gutter W300	4.265	0.057	200.0 m	11.400
	Trench W300	4.265	0.057	250.0 m	14.250
	Trench W400	5.151	0.069	250.0 m	17.250
	Cylindrical D800A	17.148	0.228	5.0 ea	1.140
	cW800A	18.469	0.246	5.0 ea	1.230
Harvesting	Harvesting			100 m <sup>3</sup>	5.582
<b>■ Alternative plan 73.6m<sup>3</sup>/hr</b>					
Pavement	Permeable pavement (T0.24)	1.290	0.017	300.0 m <sup>2</sup>	5.10
	Permeable pavement (T0.25)	1.291	0.017	400.0 m <sup>2</sup>	6.80
Infiltration	Continuous cube W1000A	19.13	1.306	43.0 m	56.16
Harvesting	Harvesting			100 m <sup>3</sup>	5.582

Table 4. Cost Analysis

Item	The existing system		
	Facilities	Count of Facility	Construction costs(won)
Pavement	Permeable pavement(T0.24)	300m <sup>2</sup>	11,663,100
	Permeable pavement(T0.25)	400m <sup>2</sup>	17,082,800
	sub Total	700m <sup>2</sup>	28,745,900
Infiltration	Gutter W250	200m	7,095,140
	Gutter W300	200m	7,911,940
	Trench W300	250m	10,733,625
	Trench W400	250m	13,142,375
	Cylindrical D800A	5EA	5,861,900
	Cylindrical W800A	5EA	7,138,040
	sub Total		54,245,120 (100%)
Harvesting	Harvesting	100m <sup>3</sup>	12,000,000

Total			94,991,020
Item	Alternative plan		
	Facilities	Count of Facility	Construction costs(won)
Pavement	Permeable pavement(T0.24)	300m <sup>2</sup>	11,663,100
	Permeable pavement(T0.25)	400m <sup>2</sup>	17,082,800
	sub Total	700m <sup>2</sup>	28,745,900
Infiltration	Continuous cube (W1000)	43 m	37,807,760 (69.6%)
			37,807,760 (69.6%)
Harvesting	Harvesting	100m <sup>3</sup>	12,000,000
Total			94,991,020

Fig. 5. Comparative analysis according to material and construction Cost



#### IV. 결론

2013년 서울시 빗물관리 기본계획에 의하면 서울시가 진행하는 주요사업으로 빗물침투시설 확대적용이 이전의 빗물이용, 저류 중심의 사업과 구별되며 빗물이용은 민간에서 각종 녹색인증과 같은 제도에 의해 활발히 적용되고 있다. 반면 빗물침투사업의 경우는 지속적인 시범사업을 통해 그 효과를 검증해야 할 필요가 있어 빗물관리 추진예산이 줄어들음에도 불구하고 예산은 변화가 거의 없는 것을 볼 수 있다. 또한 관주도하의 시범사업 이후 빗물관리 대책량 및 저류형 개발을 위한 사전협의제도에 따라 빗물침투시설의 적용확대가 이루어질 전망이다.

본 연구는 침투시설 내부에 저류공간을 확보함으로써 집중강우에 대한 홍수방지 뿐 아니라 빗물침투를 통한 지하수위 확보 등 갈수기에 대해서도 적극적으로 해결할 수 있는 보다 경제적이면서 친환경적인 저류형 침투시설을 제시하였다. 이러한 시설을 공간에 적용하기 위해 필요한 단위설계침투량 산정 및 본 시설이 공간에 적용될 경우 기존의 빗물관리시설을 적용할 때에 소요되

는 비용과 비교분석함으로써 경제성 부분의 효과를 제시하였다.

연구결과, 저류형 침투시설의 단위침투저류량은 단위설계침투량 0.2541 m<sup>3</sup>/m.hr 과 단위설계저류량 1.054m<sup>3</sup>/m 을 합한 값 1.306m<sup>3</sup>/hr의 성능을 갖는 것으로 분석되었다.

공간적용 분석 결과, 아파트 단지개발 시 시간당 5.5mm의 강우 유출에 대해 빗물관리 대책량 68.9m<sup>3</sup>/hr을 처리하기 위하여 빗물관리계획을 수립한 결과, 공사비에서 저류형 침투시설을 적용시 약 30%의 공사비가 절감됨을 알 수 있다. 그 중에서 재료비 부분이 약 45%가 절감되고 시공비에 있어서 약 15% 비용 절감이 되는 것으로 분석되었다.

이는 기존의 침투시설이 저류형 침투시설에 비해 침투 및 저류효율이 작기 때문에 동일한 대책량을 처리하기 위해서 물량을 많이 확보해야 되고, 따라서 재료비 부분에서 비용이 크게 증가되고 있는 것으로 판단된다. 반면 저류형 침투시설을 적용할 때에는 단위설계침투량 및 저류량이 크에 따라 적은 수량을 설치하여도 설계대책량에 도달할 수 있어 비교적 재료비와 시공비용을 동시에 줄이는 효과가 발생한다.

다만, 빗물관리시설을 계획할 경우 해당시설의 단위성능 뿐 아니라 적용되는 위치, 시설과 연계된 집수면적, 주변환경요소 등 다양한 요소 등을 고려해야 하나, 본 연구에서는 기본적으로 각 시설의 침투능 비교에 따른 경제성 분석을 함으로써 위의 요소들을 분석상의 제한조건임을 명시하는 바이다.

빗물침투저류시설의 적용은 기존도시에서 우수관거 용량을 상회하는 강우가 발생할 경우 이를 처리하기 위한 추가시설로 적용되며, 최근에는 도시재생 사업이나 송산그린시티, 에코델타시티 등 신도시개발 시 친환경적인 빗물관리 방안으로 지속적으로 적용되고 있다. 또한 서울시를 비롯하여 타 지자체에서도 수해방지와 더불어 환경친화적 도시개발에 초점을 두면서 빗물침투를 위한 시설적용이 점점 증가하고 있다.

따라서 이러한 기술은 신도시는 물론 기존도시의 도시재생사업 등 환경개선을 위한 부분에도 적용이 가능하므로 다양한 지역에 지속적으로 확대 발전될 것으로 예상된다.

#### Reference

- [1] DJ Leggett et al 4, Rainwater and greywater use in buildings: decision-making for water conservation, CIRIA 2001.
- [2] Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs. 2009. Urban Planning Guidelines to low-carbon green city.
- [3] Semyung Univ. 2013, A Study on Rainwater Management System to respond to Climate Change in Urban Area. Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement.
- [4] Han, YH. Lee, TG. 2012. Estimation of Appropriate Infiltration Rate and the Effects of the Flowerbed type Infiltration System. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture, vol 40(5).
- [5] Seoul, 2014. Rainwater Management Plan and Guidelines in Seoul.