



## 도시지역 저류시설 분류체계 연구

### A study on the classification of storages in urban area

류재나<sup>1</sup> · 오재일<sup>1\*</sup> · 이호령<sup>2</sup>

Jaena Ryu<sup>1</sup> · Jeill Oh<sup>1\*</sup> · Ho Ryeong Lee<sup>2</sup>

1 중앙대학교 사회기반시스템공학부 · 2 조선대학교 환경생명공학과

(2012년 8월27일 접수; 2012년 10월8일 수정; 2012년 10월10일 채택)

#### Abstract

Recent series of flooding events in urban area has brought a growing concern on storage facilities as a major stormwater management method. The Korean Ministry of Environment has announced diverse plans to tackle the problem, including plans for multi-purpose storages which deal both the stormwater and wastewater. Even though storages can be categorized for different perspectives, classification of possible storages in urban area has not been thoroughly studied so far. This study investigated diverse references of urban storages and suggested systematic classifications on structural, functional and some other basis. Structural classification mainly concerns structural shape of facilities and includes ①Cisterns & Rain barrels, ②Forebays, ③Dry basins, ④Wet basins and ⑤Constructed wetland. Those functions can be ①flood prevention ②water quality control and ③reuse of stored water. Other criteria that categorize storages depend on ①height, ②location, ③configuration, ④depth, ⑤site of the installation and ⑥shape.

**Key words :** storages, urban storage classification, stormwater management, water quality management, multi-purpose storages

**주제어 :** 저류시설, 도시 저류시설 분류체계, 우수관리, 수질관리, 다기능 저류조

#### 1. 서론

도시지역의 전형적인 우수관리 방법은 집수된 우수를 일시적으로 저류하는 저류시설의 설치를 통한 유출량의 조절, 기 설치된 하수관거의 통수능력 증대를 통한 우수 배제 능력의 향상, 우수의 원활한 배수를 위한 펌프장의 개선을 통한 배수능력의 향상을 들 수 있다. 이외에도 최근 도시지역 전반의 장기적인 물순환 건전화 관점

에서 인공적인 불투수성 시설의 설치 이전 상태로 친환경적 배수지역 복구를 꾀하기 위하여 GI/LID(Green Infrastructure/Low Impact Development), BMP(Best Management Practice), SUDS(Sustainable Urban Drainage Systems) 등으로 대변되는 침투와 저류 방법을 활용한 자연친화적인 방법론들의 적극적인 도입이 전세계적으로 주목을 받고 있다. 이들은 도시 지역 우수 유출수의 수량관리 뿐 아닌, 수질관리

\*Corresponding author : Tel. : +82-2-820-5339, FAX : +82-2-812-1834, E-mail : ohjeill@cau.ac.kr(J. Oh)

의 중·장기적인 수단으로서 다양한 문헌에서 소개되고 있다 (US EPA, 1993; US EPA, 2002; CIRIA, 2007; Butler & Davies, 2011).

국내에는 최근 몇 년간 연달아 발생한 도시 침수로 인하여 이를 방지하기 위한 우수관리 방법은 국가적 차원의 과제로서 그 중요성이 크게 대두되었으며, 특히 대부분 합류식으로 매설되어있는 대도시 지역의 하수관거 시스템의 한계점으로 인해 강우시 우수 유출수의 침수 저감과 더불어 도시비점오염원의 저감에 모두 대응할 수 있는 저류시설의 도입이 주목받기 시작하였다. 따라서 2011년 환경부의 기후변화 대응을 위한 다기능 하수도 구축계획은 방재적 우수관리와 더불어 합류식하수관거월류수(CSO, Combined Sewer Overflow), 분류식우수관거 유출수(SSD, Sanitary Sewer Discharge) 처리를 포함하는 다기능 저류시설을 “하수저류시설”이라 통칭하고 하수저류시설의 계획 및 강우시 오염부하 저감계획을 하수도정비기본계획 수립시 반영도록 하고 있다 (환경부, 2011a). 2012년 개정된 하수도법 내에는 “하수저류시설”을 ‘하수관거로 유입된 하수에 포함된 오염물질이 하천·바다, 그 밖의 공유수면으로 방류되는 것을 줄이고 하수가 원활하게 유출될 수 있도록 하수를 일시적으로 저장하거나 오염물질을 제거 또는 감소하게 하는 시설(「하천법」 제2조제3호 나목에 따른 시설과 「자연재해대책법」 제2조제6호에 따른 우수유출저감시설은 제외한다)’로 정의하였다 (하수도법 [시행 2012.7.22]). 동일년도 국무총리실 산하 재난관리 개선 민관합동 TF에서 작성한 기후변화 대응 재난관리 개선 종합대책안은 도심침수방지를 주목적으로 하여 상기의 내용들을 포함, 다각적인 종합적인 대책을 수립하였으며, 특히 2012년 하수관거 및 하수저류시설과 빗물유출저감시설에 각각 6,166억원 및 465억원에 달하는 막대한 예산 투자를 결정하였다 (국무총리실, 2011).

침수대책에 대하여 우선적으로 침수우려가 높

은 특별재난지역과 재해위험지구 등 56개소부터 통수능력 강화를 위해 하수관거 정비·확충하기위해 특별재난지역 18개소, 금년도 침수피해 3개소 등 21개소의 하수관거를 신설·개량하기로 하였으며, 침두시 하수관거만으로 빗물배제가 어려운 지역은 빗물을 일시 보관할 수 있는 하수저류시설 확대 설치하는 계획을 수립하였다. 하수저류시설은 상습침수구역 (최근 5년간 3회 이상 침수, 100가구 이상 피해가 발생한 46개 시·군·구), 집중강우 중점관리구역 등에 우선 설치하며, 2020년까지 256개소를 설치하기 위한 장기적인 계획이 수립되어있다. 이외에대규모 침수피해가 반복된 서울시 광화문, 강서·양천구 등 7개 지역에는 대심도 빗물배수터널 설치를 검토하고, 저지대 등 상습침수구역을 홍수로부터 보호하기 위해 빗물 유출저감시설은 2019년까지 상습침수구역 125개소에 대해 설치하여 약 85천동의 건물 침수 예방 계획을 수립하였다. 불투수 면적이 높은 지역에는 투수성 보도블럭·포장도로, 빗물침투 집수정 등을 통해 투수면적을 확대하며, 중장기적으로는 도시공원 형태의 저류시설을 확충하여 빗물저장면적을 늘리고, 빗물유출 조절기능 강화하는 계획을 수립한 바 있다 (국무총리실, 2011).

상기와 같이 도시침수 발생에 대한 저감 및 도시지역의 특성상 발생하는 비점오염원의 발생의 저감 등에 대응하는 주요 수단으로 저류시설을 적극 활용한 각종 계획이 각 부처(환경부, 소방방재청, 지자체 등)별로 수립되어 있고, 저류시설의 예산(사업) 주체, 구조, 기능, 목적 등에 따라 지칭되는 다양한 저류시설 용어에 대한 통일된 기준이 수립되지 않고 있는 실정이다. 현재 국내에 소개되어 있는 다양한 저류시설의 분류체계 및 이들을 지칭하는 세부용어 및 내용들은 국내·외 다양한 참고자료를 바탕으로 무작위로 소개되어 있는 실정이다. 한편 환경부 및 하수관거관리기술연구단에서 소개하고 있는 하수(우수+우수) 관리를 위한 “하수저류시설”은 저류시설

의 설치목적 및 기능적 개념을 중심으로 정의하는 수준으로 제안되는 특징(침수방지효과, 오염부하 저감효과, 대체 수자원 확보 등 기능별 투자계획의 타당성 전반에 대한 검토를 중심으로 하수저류시설이라는 제한된 체계를 제시)을 지니고 있다 (류 등, 2011; 환경부, 2011b).

본 연구에서는 특히 하수도 보급지역으로 대변되는 하수처리 및 우수배제구역에 설치가능한 저류시설의 다양한 종류에 대하여, 이들을 구조적인 방법 및 기능적인 방법에 의하여 분류하는 체계를 제시하였다. 연구범위의 저류시설은 도시지역에 설치될 수 있는 저류시설로 한정하고, 침수관리, 오염관리, 물순환 등 광범위한 접근이 가능한 저류시설의 구조와 관련하여 최신의 국내·외 문헌자료 및 설치사례 등을 파악하여 이들을 설치 구조 및 설치목적 등에 따라 일목요연하게 파악 가능한 분류체계를 제안하고, 이들의 특성을 파악하여 차후의 다양한 저류시설 설치계획의 수립에 있어서 참고할 수 있는 분류체계를 정리·제시하고자 하였다.

## 2. 기존의 저류시설 분류

### 2.1 국내 저류시설 분류

기존의 국내의 저류시설 분류체계는 Fig. 1과 같이 설치 형식에 따라 크게 지역외(Off-site) 저류와 지역내(On-site) 저류시설로 구분한다. 지역외 저류시설은 유역의 말단부에 설치하여 배수구역으로부터 유입된 우수 유출수를 조절할 목적으로 설치되는 시설을, 지역내 저류시설은 배수구역내에 내린 강우가 우수관거, 우수지 및 하천으로 유입되기 전에 물을 일시적으로 저류시켜 유출을 억제하는 시설을 일컫는다. 강우시 유출되는 우수를 배수구역내 임의지점에 집수, 저류하고 억제하기 위한 시설물인 지역외 저류시설의 형태에 따라 분류하면 전용조정지, 겸용조정지 등이 있으며, 지역내 저류시설은 강우시에 우수의 이동을 최소한으로 억제하고 비가내

린 그 지역에서 우수를 저류하는 방식으로 공공시설 및 공동주택단지에 저류하는 유역저류시설과 개별사업자가 설치하는 단독주택저류시설 등으로 분류된다 (소방방재청, 2010).

이 방식은 기존부터 일본에서 사용되어오던 분류방식으로 최근 동경도의 우수저장 및 침투시설 기술지침에도 나타나 있으며, 우리나라 국토해양부의 도시홍수재해관리기술연구사업단 및 최근 개정된 하수도시설기준(2011)의 '1.5.4 우수유출량의 저감계획'내 (2)우수유출저감방법도 동일한 분류체계를 제시하고 있다 (윤&안, 2006; 東京都總合治水對策協議會, 2009; 환경부, 2011c). 상기의 분류체계는 우수유출 저감을 위한 저류시설을 설치 위치에 따라 지역내, 지역외 시설로 크게 분류한 후 이들을 관거와의 연결형태(On-line/Off-line형)나 기능적 특징(침수형/전용저류형)으로 세부분류를 하는 특징을 지니고 있다. 우수유출저감을 위한 기능 외, 하수도시설기준의 경우는 특히 우천시 합류식하수도의 방류부하량 저감을 위한 저류시설을 특히 "우수체수지"라고 명명하고 있다 (환경부, 2011c).

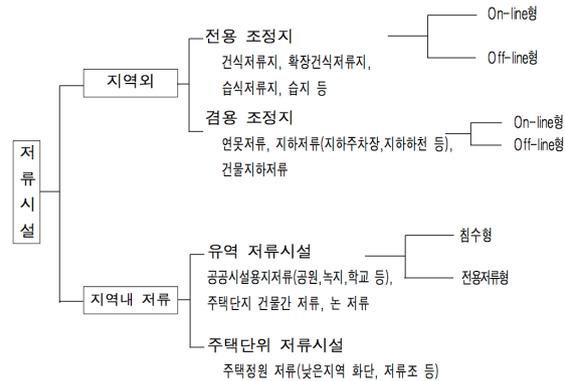


Fig. 1. Classification of storages (소방방재청,2010)

### 2.2 미국 ASCE의 저류시설 분류

최근 미국 토목학회에서 발간한 Design of Urban Stormwater Controls (ASCE, 2012)에서는 저류시설을 우선 ①유량 조절, ②오염

Table 1. Classification of storages (ASCE, 2012)

설치목적 및 기능		구조물						
		습식 저류시설	습지	건식 저류시설	와류형 농축시설	유·수 분리장치	침사지	빗물 저류시설
유량 조절	침두유량 감소	×	×	×	×			
	유출량 감소	×	×	×				×
	침투			×				
	증발 증산	×	×					
	유출수 집수 및 이용	×	×					
오염물 조절	침전	×	×	×	×	×	×	×
	부상	×	×		×	×	×	
	층 분리					×		
	선회류식 농축				×			
	흡착	×	×					
생물학적 기능	식물 대사	×	×					
	질화 / 탈질화	×	×					
	황산염 환원	×	×					
	유기화합물 분해	×	×					
기타	병원체 박멸	×	×					
	소독 살균	×	×					

Table 2. Classification and definition of storages (Butler & Davies, 2010)

기준	분류	설명
저류 시간	• 일시 저류시설	유출량을 줄이기위해 우수를 일시적으로 저류했다가 천천히 방류하는 시설
	• 장기 저류시설	우수를 하류로 방류하지 않고 시설에서 지체시켜 오직 침투와 증발로만 저류된 우수를 제거할 수 있도록 하는 시설
형상	• 관거내 저류시설	하수관거와 직렬로 연결되어 건기시에도 항상 유량이 흐르며, 유출구로 시설 내 유량을 조절하는 시설
	• 관거외 저류시설	하수관거와 평행하게 연결되어 건기시에는 유량이 흐르지 않으며, 유입구에서 시설 내 유량을 조절하는 시설
지속적인 물의 존재여부	• 습식	영구연못이 있어 항상 유량이 있는 시설
	• 건식	건기시에는 유량이 없어 건조상태로 있는 시설
	• 습식/건식	일부는 영구연못이 있어 유량이 있지만, 일부는 건조상태로 있는 시설
설치 위치	• 지상 저류시설	굴착 또는 제방을 축조하여 만드는 시설로 대기와 맞닿아 있는 오픈상태의 시설 (연못, 저수지 등)
	• 지하 저류시설	상부가 막혀있는 수조나 용기 형태로, 적합한 장소에 건설 또는 조립되는 시설
기능	• 유량 조절/침수량 저류	침수 방지를 위해 침두 유량 감소를 주 목적으로 하는 시설
	• 수질	우수의 수질 향상을 주 목적으로 하는 시설

물 조절, ③생물학적 기능, ④기타의 네 가지의 설치목적에 의해 분류하고, ①습식 저류시설 (Wet basin), ②습지 (Wetland), ③건식 저류시설 (Dry basins), ④와류형 농축장치 (Vaults and swirl concentrators), ⑤유·수 분리장치 (Oil/water separators), ⑥침사지 (Forebays), ⑦빗물저류통 (Cisterns)의 일곱 가지의 구조물을 각 설치 목적에 따라 Table 1과 같이 나타내었다. 여기에서는 특히 기존에 사용해오던 “일시저류 (Detention)”/“상시저류 (Retention)” 라는 용어에 대하여 일반적인 용어 사용에 있어서 이들이 가진 특징을 더욱 명확하게 나타낼 수 있도록 “건식 (Dry)”/“습식 (Wet)”의 용어 사용을 권장하고 있다.

### 2.3 유럽(영국)의 저류시설 분류

Butler & Davies (2010)의 저서인 Urban Drainage에서는 저류시설을 Table 2와 같이 ①저류시간 (Storage time), ②형상 (Configuration), ③지속적인 물의 존재 여부 (Standing water), ④설치 위치 (Location), ⑤기능 (Function)의 다섯 가지 기준에 대해 각 저류시설을 세분하여 분류하였다.

### 3. 저류시설 분류 방법

본 연구에서는 Design of Urban Stormwater Controls (ASCE, 2012)에서 제안된 저류시설의 분류체계를 기본 골자로 하여, Table 3과 같이 구조적, 기능적, 기타 분류방법이라는 세목 분류 체계를 제안하였다.

구조적 분류는 저류시설의 구조적 형식 또는 설치 형태에 따른 분류를 의미하며, 크게 ①빗물저류통 (Cisterns & Rain barrels), ②침사지 (Forebays), ③건식 저류시설 (Dry basins), ④습식 저류시설 (Wet basins), ⑤인공습지 (Constructed wetland)로 나눌 수 있다. 이들을 기능에 따라 분류하면 ①침수예방, ②수질오염 방지, ③저류수의 재이용(대체 수자원 확보)으로 분류할 수 있으며, 기타 분류체계로는 ①설치 높이에 따라 지상/지하, ②설치 위치에 따라 지역내/지역외 저류시설, ③관거와의 연결 형태에 따라 하도내 (On-line) 저류시설/하도의 (Off-line) 저류시설, ④매설심도에 따라 천심도/대심도, ⑤설치 공간의 확보 여부에 따라 분산형/집중형, ⑥모양에 따라 일반형/터널형 저류시설로 분류할 수 있다.

### 3.1 구조적 분류방법

구조적 분류에 의한 저류시설은 본 연구에서는 5가지 기본 형태 ①빗물저류통 (Cisterns & Rain barrels), ②침사지 (Forebays), ③건식 저류시설 (Dry basins), ④습식 저류시설 (Wet basins), ⑤인공습지 (Constructed wetland)로 나눌 수 있으며, Fig. 2 ~ Fig. 6에는 각 세부 구조적 저류시설의 모식도를 나타내었다.

#### 3.1.1 빗물저류통

빗물저류통은 건물 옥상이나 지붕면 등에 설치되어 비교적 오염이 적은 강우 유출수를 집수하는 기능을 한다. 나뭇잎과 입자가 큰 오염물질

Table 3. Classification of storages in urban area

구조적 분류	기능적 분류	기타 분류
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 빗물저류통 (Cisterns &amp; Rain barrels)</li> <li>• 침사지 (Forebays)</li> <li>• 건식 저류시설 (Dry basins)</li> <li>• 습식 저류시설 (Wet basins)</li> <li>• 인공습지 (Constructed wetland)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 침수예방</li> <li>• 수질오염 방지</li> <li>• 저류수 재이용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지상/지하</li> <li>• 지역내 (On-site)/지역외 (Off-site)</li> <li>• 하도내 (On-line)/하도의 (Off-line)</li> <li>• 천심도/대심도</li> <li>• 분산형/집중형</li> <li>• 장방형/터널형</li> </ul>

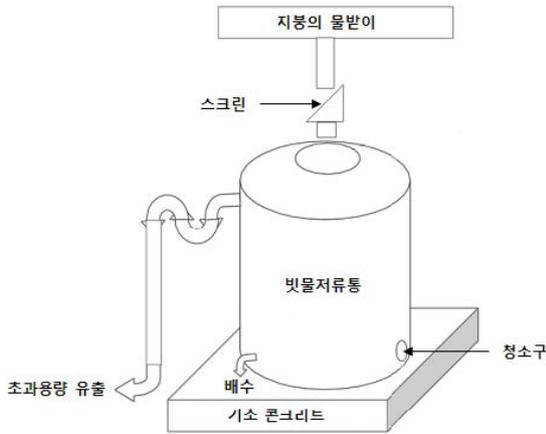


Fig. 2. Schematic diagram of cisterns & rain barrels

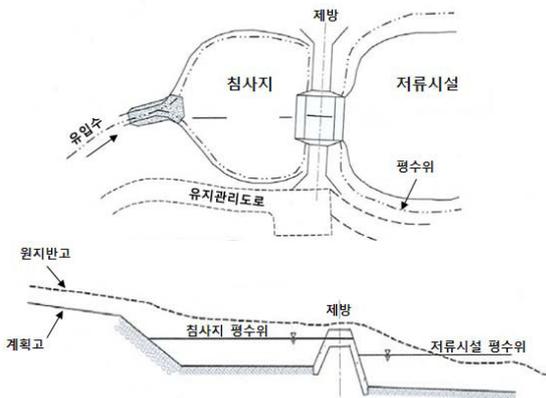


Fig. 3. Schematic diagram of forebays

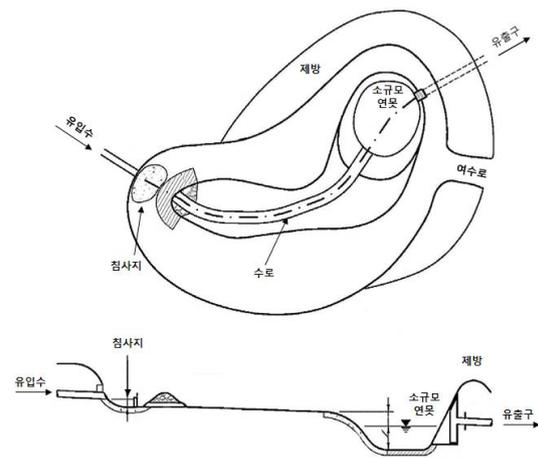


Fig. 4. Schematic diagram of dry basins

들은 스크린시설을 통해, 입자가 작은 오염물질들은 저류시설 내 저류하는 동안 침전을 통해 제거될 수 있도록 한다. 빗물의 재이용 목적으로 주로 설치가 되므로, 초기빗물에 포함된 오염물질을 배제하는 시설을 갖추고 저류수는 관개용수같은 비음용수로 사용함으로써 물 절약 시스템으로의 기능을 수행한다. Fig. 2와 같은 원통형이나 직방형의 비교적 소규모 수조형태의 구조로, 건물과 건물 사이의 공간이나 거주지 내 지상 또는 지하공간에 설치하여 쉽게 유지관리할 수 있도록 한다.

### 3.1.2 침사지

침사지는 특히 토사 및 오염물질의 침전 및 제거를 촉진시키기 위한 시설로, 유역내 강우유출수를 천천히 유입시켜 부유고형물을 안착시킴으로써 토사나 입자가 굵은 침전물들을 제거한다. 통수능 확보의 목적으로 단독으로 설치되는 경우도 있지만, Fig. 3과 같이 주로 저류시설의 유입부 전단에 전처리시설로 설치되어 후단의 저류시설의 내구성 및 유지관리에도 효과적인 장점이 있다. 약간의 침투유출량 감소효과도 있으며, 바닥면이 침투성 재질로 되어있다면 유출량 감소의 효과도 있다.

### 3.1.3 건식 저류시설

건식 저류시설은 강우유출수의 전부 또는 일부를 일시적으로 저류하였다가 후속강우에 대비하여 저류되어있던 모든 강우를 방류시키는 시설로 가장 보편적으로 사용되는 시설 중 한가지이다. 침전을 통한 오염물질의 제거 기능도 있지만, 주요 기능은 침투유출량을 감쇠하는 효과로, 침수예방을 목적으로 설치되며 상대적으로 불투수성인 지역에서 극한 강우빈도로 설계된다. 습식 저류시설과 비교하여 상대적인 장점은 모기의 번식이 없다는 것, 강우유출수나 기저유량으로부터의 열로 인한 온도상승이 적다는 것, 사람들에 대해 보다 안전하다는 것을 들 수 있다. 일반적인 건식 저류시설의 모식도는 Fig. 4와 같다.

### 3.1.4 습식 저류시설

습식 저류시설은 강우유출수 내 미립 용존 오염물질들의 침강을 촉진시키기 위해 인위적으로 만들어진 시설이다. Fig. 5의 영구연못과 같이 호수나 연못처럼 항상 물이 차 있으며, 침투나 증발로 배제를 시킨다. 주 처리방법은 침강이며, 용존 오염물질들은 수리학적체류시간을 증가시킴으로서, 또는 저류시설 내에서 주위 습지 식물들과 같은 다양한 수생태계와 결합시키거나, 화학물질의 첨가 등 다양한 방법을 통해 오염물질을 제거할 수 있다. 침투유출량의 감소 효과도 있지만, 비교적 작은 강우빈도로 설계되며, 주로 수질오염물질 제거 목적으로 설치된다. 습식 저류시설은 설치될 큰 부지가 필요하고, 배수구역 또한 기저유량을 제공할 만큼 커야 하며, 시공상의 어려움 등의 제약이 있다. 반면 심미적 효과를 제공할 수 있다.

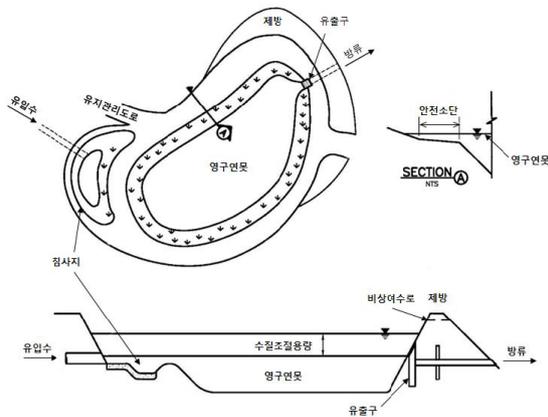


Fig. 5. Schematic diagram of wet basins

### 3.1.5 인공습지

인공습지는 강우발생 사이에 강우유출수를 저류하여 얇은 웅덩이를 만들고, 갈대나 버드나무, 부들 등 뿌리식물들의 성장을 촉진한다. 강우유출수가 천천히 유입되면서 오염물질들은 침전과 다른 물리적, 화학적, 생물학적 과정을 통해 제거된다. 식물의 다양성과 접촉면과 저류시간의

증가를 위해 바닥은 Fig. 6의 모식도와 같이 울퉁불퉁한 형태로 되어있다. 연중 기저유량이 일정하고, 오염물질 제거에 효율적이도록 작거나 중간 규모의 지류가 있는 지역의 지상에 설계된다. 침투유량의 감소와 증발 증산을 통해 유출량을 감소 효과도 있으나, 주 설치목적은 용존 오염물질의 제거이다. 습식저류시설에 비해 심미적인 효과와 야생 서식지 제공의 장점이 있지만, 같은 용량의 저류시설에 비해 보다 넓은 부지가 필요하다는 단점이 있다. 유입수와 인공습지 표면과의 접촉시간을 늘리고 단락류가 발생하지 않도록 하기 위해서 유입부와 유출부는 가능한 멀리 배치되도록 한다.

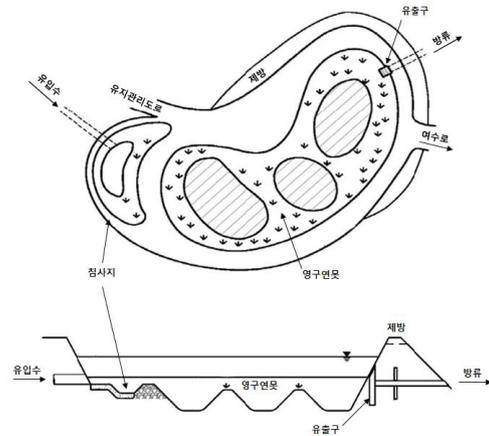


Fig. 6. Schematic diagram of constructed wetland

### 3.2 기능적 분류 방법

앞에서 살펴 본 바와 같이, 도시지역에서의 저류시설은 강우시 유출수를 저류함으로써 침투유출량의 크기를 감소시켜 침수 피해를 예방하고, 저류 시 초기오염물질 등의 침전을 통해 수질오염 방지 효과를 가져올 수 있으며, 저류된 강우유출수를 재이용함으로써 부족한 수자원을 대체하는 효과도 있다. 구조적 분류에 의한 다섯 가지 저류시설을 ①침수예방, ②수질오염 방지, ③재이용의 기능에 따라 효과측면에서 분석해 나타내면 Table 4와 같다.

Table 4. Main functions of urban storages

구분	침수예방	수질오염 방지	재이용
① 빗물 저류통 (Cisterns & Rain barrels)	△	△	○
② 침사지 (Forebays)	△	○	×
③ 건식 저류시설 (Dry Basins)	○	○	×
④ 습식 저류시설 (Wet Basins)	○	○	×
⑤ 인공 습지 (Constructed Wetland)	△	○	×

(○ : 효과 좋음, △ : 효과는 있으나 뛰어나지 않음, × : 효과 없음)

다량 설치된 빗물저류통은 어느 정도의 유출량 및 침투유량 감소와 수질오염 방지의 기능이 있지만, 주요 설치 목적은 빗물의 재이용을 통한 물 절약 시스템으로써의 기능이다. 침사지는 토사 및 입자가 큰 부유물질을 제거하기 위한 시설로, 주로 저류시설 유입부 전단에 전처리시설 목적으로 설치된다. 어느 정도의 침투유량 감소 효과와 투수성 바닥으로 되어있을 경우 유출량 감소효과도 있다. 건식 저류시설은 주로 극한 강우에 대비한 침수 예방을 목적으로 설치되며, 침전에 의한 오염물질의 제거 효과도 있지만 습식 저류시설에 비해 효과가 적다. 반면, 습식 저류시설은 미립의 용존 오염물질의 제거를 목적으로 설치되는 시설이지만, 침투유량의 감소 효과도 있다. 인공 습지는 침전과 더불어 수생식물에 의한 수질오염물질 제거를 목적으로 설치된 시설로, 증발과 발산을 통한 침투유량의 및 유출량 감소의 효과도 있다.

이 외에도 저류시설은 여러 기능을 통합한 다기능 복합 형태로도 설치될 수 있으며, 다기능 저류시설은 개별적인 시설 기능의 목적만이 아닌 각 목적을 적절하게 통합 운영하여 활용함으로써 설치효과를 극대화할 수 있다. 국외사례 중

다기능 목적의 경우 대부분 오염부하 저감과 침수방지를 목적으로 하는 경우가 많으며, 일본의 츠와치섬 및 싱가포르의 경우 부족한 수자원을 확보하기 위한 대책으로 저류시설을 활용하고 있다. 국내에서 현재까지 운용 중인 하수저류시설 중 오염부하 저감과 침수방지, 재이용을 고려한 복합적 기능으로 운용 중인 사례는 없는 것으로 조사되었으며, 최근 용인시에 다기능 우수저류시설을 계획 중인 것으로 조사되었다 (류&오, 2011).

### 3.3 기타 분류 방법

기타 분류 체계는 ①설치 높이, ②설치 위치, ③관거와의 연결 형태, ④매설심도, ⑤설치 공간, ⑥모양에 따라 분류될 수 있다.

#### 3.3.1 지상/지하 (설치 높이)

저류시설을 지상에 설치하기가 여의치 않을 경우에는 지하공간에 설치하게 된다. 3.1의 구조적 분류방법에 나타난 빗물저류통이 대표적인 지상에 설치하는 저류시설로, 지상에 설치되는 시설이 유지관리에 상대적으로 용이한 장점이 있다.

#### 3.3.2 지역내/지역외 (설치 위치)

저류시설을 설치 위치에 따라 나누면 지역내 저류시설과 지역외 저류시설로 분류할 수 있다. Fig. 7의 개념도에 나타난 바와 같이 지역내 저류는 강우시 발생한 우수의 이동을 최소화하고 강우가 발생한 지역에서 우수를 저류하는 방식을 말하며, 지역외 저류는 강우유출수를 관거 또는 하천을 통해 집수 및 이송하여 유역 말단에서 저류하는 방식을 말한다. 지역내 저류는 최초 발생한 우수를 임시저류하는 성격이 강한 반면, 지역외 저류방식은 유출되는 우수를 일괄적으로 처리하기 때문에 저류량이 높고 기술적으로도 배수계획상의 신뢰성이나 안전도가 상대적으로 높은 특징이 있다.

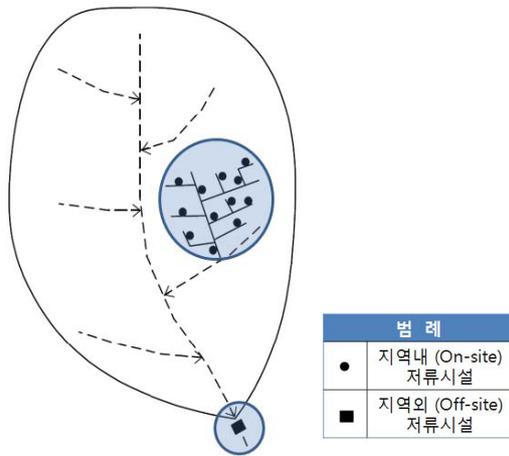


Fig. 7. Conceptual diagram of on-site and off-site storages

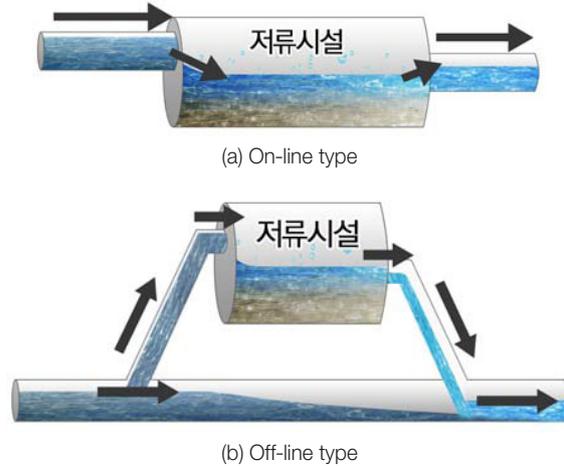


Fig. 8. Conceptual diagram of on-line and off-line storages

### 3.3.3 하도내/하도외 (관거 연결 형태)

관거와의 연결형태에 따라 저류시설을 분류하면 하도내 저류시설과 하도외 저류시설로 분류할 수 있다. Fig. 8에 나타낸 바와 같이 하도내 저류시설은 관거나 하천의 중간에 직접 저류시설을 직렬로 설치하여 저류공간을 확보하는 형태를, 하도외 저류시설은 관거나 하천의 측면 또는 별도의 지역에 병렬로 설치되는 방식을 말한다.

저류시설의 유출저감효과를 비교하면 하도내 저류시설은 관거에 직렬로 연결이 되므로 모든 빈도의 홍수에 대해 침투홍수량의 감소 및 침투 발생시간의 지체가 가능하나 하도외 시설에 비해 상대적으로 큰 설치규모가 요구된다. 반면 하도외 저류시설 방식은 하도와 병렬하여 저류시설을 설치하는 방식이므로 하도내 시설에 비해 침투저감효과시 상대적으로 설치규모가 작아 경제적이거나 침투발생시간의 지체는 기대하지 않으며, 저빈도의 홍수에 대해서는 저감효과가 미흡할 수 있다.

### 3.3.4 천심도/대심도 (매설 심도)

저류시설은 매설심도 40 m 를 기준으로 40 m 보다 상부에 건설되는 시설은 천심도, 하부에 건설되는 시설은 대심도 시설로 분류할 수 있다.

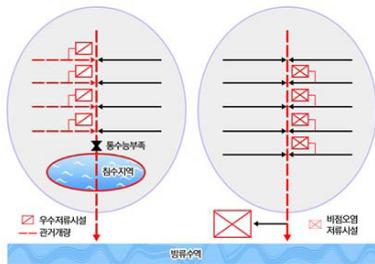
부지확보 및 시공이 용이한 지역의 천심도 저류시설은 우수의 발생지점에 소규모로 저류하므로 공사의 규모가 작고, 토구를 통합하기 위한 연결관거만 시공하므로 공사가 용이하다는 장점이 있다. 또한 지하매설물 및 개착공사로 인한 공사기한 제한 및 저류 후 연계처리를 위해 각각의 저류시설마다 펌프시설 설치를 해야 하며, 유지관리 소요가 증대되는 등의 단점이 있다. 대심도 저류시설은 대형저류터널 형식으로, 토구에서 대심도 유입을 위한 연결관거 드롭샤프트를 설치해야한다. 심도가 깊어 지하매설물에 대한 제한 및 공사기간에 대한 제한이 비교적 적고, 전체 토구가 연결되어 있어 연계처리 유량 제어 및 유지관리가 용이하다는 장점이 있으며, 연결관거 및 드롭샤프트공사 시 공사기간 제한 및 지하매설물의 영향이 국부적으로 있다는 점과 대심도 공사로 경제성에서 불리한 단점이 있다. 이들의 개념도는 Fig. 9에 나타내었다.

### 3.3.5 분산형/집중형 (설치 공간)

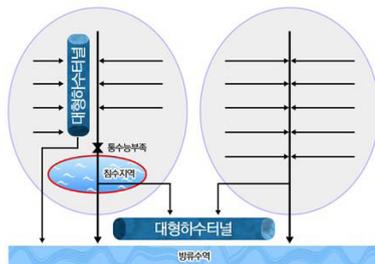
분산형과 집중형으로 저류시설을 분류하는 기준은 설치 부지의 확보 여부이다. 유역의 총 저류량이 산출된 후, 저류량을 소화할 수 있는 규모의 단일 저류시설의 설치가 가능하다면 Fig.



Fig. 9. Conceptual diagram of shallow and deep excavating type storages

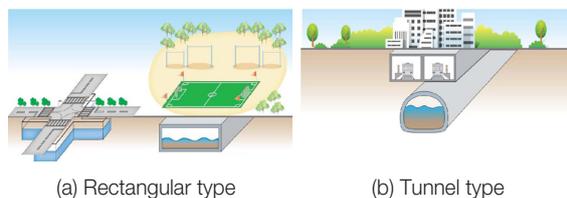


(a) Decentralized type



(b) Centralized type

Fig. 10. Conceptual diagram of decentralized and centralized type storages



(a) Rectangular type

(b) Tunnel type

Fig. 11. Conceptual diagram of rectangular and tunnel type storages

10(b)의 개념도와 같이 집중형 단일 저류조의 설치 가능하다. 반면 개발된 도심지의 설치공간 확보문제 등을 고려하여 다수의 저류시설을 분산하여 배수구역 전반의 저류 효과를 기대하는 방법이 분산형 저류시설 설치 방법이다.

### 3.3.6 일반형/터널형 (모양)

저류시설은 모양에 따라 일반형(장방형, 직사각형)과 터널형으로 구분될 수 있다. 학교운동장, 공원, 주차장, 대(大)도로 아래쪽 등에는 지하공간 활용구조에 따라 다양한 형식의 장방형 저류조가 설치 가능하며, 장폭비가 매우 큰 터널형의 경우 매설심도가 깊은 경우 어느 방향이라도 설치 가능하며, 하천의 바닥부와 같은 공공부지에 기술적인 문제없이 설치 가능하다. 이러한 터널형은 단위공사 구간별로 동시에 구축할 수 있으므로 공기를 줄일 수 있다.

## 4. 결론

본 연구에서는 도시지역에 설치될 수 있는 저류시설에 대하여, 기존의 국내·외 문헌자료 및 설치사례 등을 파악하여 이들을 설치 구조, 설치 기능 및 기타 사항에 따라 적용 가능한 분류체계를 정리·제안하였다. 각 분류체계별 저류시설의 특성을 파악하여 기 계획된 저류시설물에 대한 체계적이고 정확한 용어선정과 구체적인 계획수립에 활용가능하며, 차후의 저류시설 설치계획의 수립에 있어서 통일적으로 활용될 수 있는 분류체계를 작성하고자 하였다.

- 1) 구조적 분류는 저류시설의 구조적 형식 또는 설치 형태에 따른 분류를 의미하며 크게 ①빗물저류통 (Cisterns & Rain barrels), ②침사지 (Forebays), ③건식 저류시설 (Dry basins), ④습식 저류시설 (Wet basins), ⑤인공습지 (Constructed wetland)로 나눌 수 있다.
- 2) 저류시설을 기능에 따라 분류하면 ①침수 예방, ②수질오염 방지, ③저류수의 재이

용의 분류체계로 나눌 수 있다. 저류시설은 단일 기능 뿐 아니라 여러 기능을 통합하여 다기능 형태로도 설치될 수 있으며, 다기능 저류시설은 개별적인 시설 기능의 목적만이 아닌 각 목적을 적절하게 통합 운영하여 활용함으로써 설치효과를 극대화할 수 있다.

- 3) 기타 분류체계로는 ①설치 높이에 따라 지상, 지하, ②설치 위치에 따라 지역내 (On-site), 지역외 (Off-site) 저류시설, ③관거와의 연결 형태에 따라 하도내 (On-line) 저류시설, 하도외 (Off-line) 저류시설, ④매설심도에 따라 천심도, 대심도, ⑤설치 공간의 확보 여부에 따라 분산형 또는 집중형, ⑥저류시설의 모양에 따라 장방형과 터널형 저류시설로 분류할 수 있다.

## 사사

본 연구는 환경부 “차세대 에코이노베이션기술개발사업”으로 지원받은 과제임.

## 참고문헌

ASCE (2012) Design of urban stormwater controls, WEF Manual of Practice No. 23, ASCE/ EWRI Manuals and Reports on Engineering Practice No. 87., WEF Press, McGrawHill  
Butler, D. and Davies, J. W. (2011) *Urban drainage*, 3rd edn., E & FN Spon, London  
CIRIA (2007) *The SUDS manual*, CIRIA C697, Construction Industry Research and Information Association, London

US EPA (1993) *Guidance manual for developing Best Management Practices (BMP)*, EPA 833-B-93-004, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati  
US EPA (2002) *Considerations in the design of treatment Best Management Practices (BMPs) to improve water quality*, EPA/600/R-03/103, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati  
東京都總合治水對策協議會 (2009) 東京都雨水貯留・浸透施設技術指針  
국무총리실 (2011) 기후변화 대응 재난관리 개선 종합대책, 국무총리실 재난관리 개선 민관합동 TF  
윤용남, 안재현 (2006) *홍수방어대안의 선정절차 및 수리·수문학적 평가절차 실무지침개발*, 도시홍수재해관리기술연구사업단, FFC 05-15  
류재나, 오재일 (2011) 대형 하수저류시설 설치 및 운영관리 계획 마련 연구, *대한상하수도학회·한국물환경학회 2011공동 추계학술발표회 논문요약집*, 2011년 11월 2-3일 대전컨벤션센터  
류재나, 오재일, 이경용 (2011) 하수저류시설 타당성 분석 연구, *상하수도학회지*, 25(6), pp. 935-947  
소방방재청 (2010) *우수유출저감시설의 종류·구조·설치 및 유지관리 기준*  
하수도법 [시행 2012.7.22] [법률 제10893호, 2011.7.21, 타법개정]  
환경부 (2011a) 기후변화 대응을 위한 다기능 하수도 구축계획, 2011년 비점오염, 가축분뇨 관리 연찬회  
환경부 (2011b) *대형하수터널의 국내도입 타당성 조사 보고서(안)*  
환경부 (2011c) *하수도시설기준*