

— 기술정보 —

비점오염 저감을 위한 장치형 시설의 현황

— Technical Report —

The Status of Apparatus Type Facilities for Removing Pollutants from Stormwater Runoff

공민근 · 배기현* · 강우영

Kong, Min-Keun · Bae, Ki-Hyun* · Kang, Woo-Young

(주)이피에스솔루션

1. 서 론

비점오염원(nonpoint source)이란 공장·주거시설 등과 같이 일정한 배출구가 있는 점오염원과 달리, 도시·도로·농경지 등의 지표면에 축적된 오염물질이 강우시 빗물과 함께 하천으로 유출되는 오염원으로서, 현재 우리나라의 수계 전체 오염원중 22~37%를 차지하는 것으로 추정되고 있다. 최근까지 수질오염대책은 점오염원을 중심으로 이루어져 왔지만 이와 같은 비점오염원에 대한 관리 없이는 수질개선을 도모하기 어려운 실정이며, 인구의 증가·도시화·산업의 고도화 등으로 비점오염물질이 수질오염부하에서 차지하는 비중이 급속히 증가하고 있어 수질개선을 위해 조속한 비점오염원 관리의 필요성이 대두되고 있다. 비점오염원 저감을 위한 강수유출수 관리시설에는 크게 저류형 시설, 침투형 시설, 식생형 시설, 장치형 시설 등으로 나눌 수 있다. 우리나라의 경우 토지확보의 어려움으로 넓은 소요부지를 필요로 하는 저류형 시설 등의 경우 그 이용에 한계가 있을 수밖에 없으며, 비교적 토지이용에 제한이 적은 시설을 이용하여 초기우수의 비점오염원을 처리하는 방안을

추가적으로 고려하여야 한다. 이에 최근 국내에서는 소요부지가 작고 저비용인 장치형 시설의 도입이 도시지역을 중심으로 이루어지고 있다. 이러한 장치형 시설들은 시설마다 다양한 처리기작을 지녀 처리대상 오염물질이 상이하며, 이를 고려하여 적용가능성을 평가하여야 한다. 이에 현재 국내·외에서 설치되고 있는 장치형 시설의 현황을 살펴보고 그 적용성을 평가하였다.

2. 본 론

현재 국내·외에서 개발·적용되고 있는 장치형 시설로는 크게 여과 시스템, 유입 유속에 의한 원심력과 중력에 의해 침전물과 부유물질을 분리하는 수리동력학적 분리기, 침전 및 부상을 이용하여 유류 오염물질을 주로 제거하는 유수분리장치 등이 있다 (Table 1).

2.1. 여과형 시설(Filtration System)

여과형 시설은 강우유출수를 침전, 부유, 여과, 여재에 의한 흡착 등의 처리기작을 이용하여 처리하는 시설로서, StormFilter, Aqua Filter 등이 대표적이다.

*Corresponding author. Tel. +82-31-426-5781, E-mail: marine102@wecs.co.kr (Bae, K.H.)

Table 1. Apparatus type facilities

구분	시설명
여과형 시설	• StormFilter
	• Aqua-Filter
수리동력학적 분리장치	• Swirl Concentrator
	• Votecnics
	• CDS
	• Downstream Defender
	• Stormceptor
유수분리장치	• Stormvalut
	• Baysaver

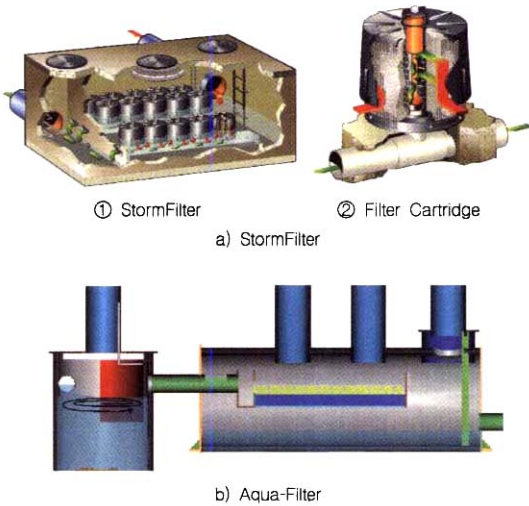


Fig. 1. 여과형 시설.

이를 Fig. 1에 나타내었다.

이 중 StormFilter는 강우유출수를 침전, 여과, 흡착 등을 이용하여 처리하는 기술로서, 다음과 같은 처리기작을 지닌다(Fig. 2).

시스템 용량을 넘어서는 강우유출에 대비하여 웨어 및 배플로 구성된 우회로(bypass)를 장착하고 있으며, 강우 종료후 무동력으로 기포를 발생시켜 카트리지의 폐색을 방지한다.

Aqua-Filter는 일반적으로 전처리 시설로 수리동력학적 분리장치인 Swirl concentrator를 포함하며, 전처리된 우수유출수를 필터여재에 통과시켜 오염물질을 처리한다.

이러한 여과형 시설은 타 장치형 시설 비해 높은 처리효율을 가지고 있으며, 용존성 오염물질도 대비

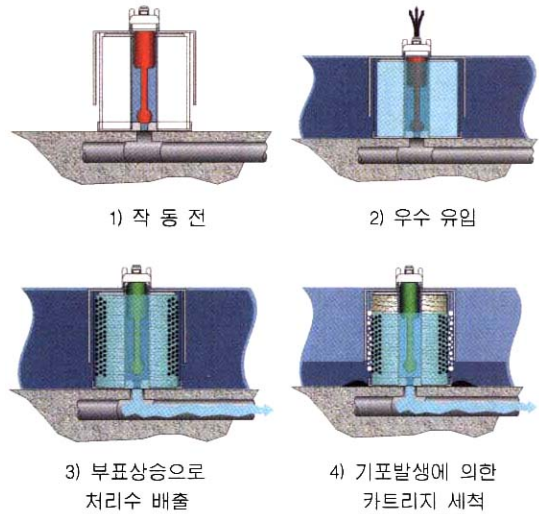


Fig. 2. StormFilter 처리기작.

Table 2. 여과형 시설의 처리효율(단위: %)

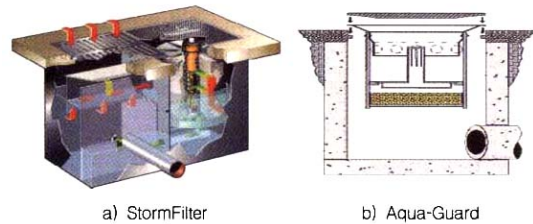


Fig. 3. Catch Basin Insert 형식.

할 수 있다. 또한, 대상지역의 토지이용에 따른 오염물질의 특성에 따라 그에 적합한 필터 여재를 선택함으로써 관리효율을 높일 수 있다. Table 2에 여과형 시설의 처리효율을 나타내었다.

이러한 여과형 시설들은 소요부지가 작아 토지이용에 제한이 적으며, 집수정에 직접 삽입될 수 있게 설계된 Catch Basin insert 형식의 경우는 별도 소요부지 없이 집수정을 대체하여 설치할 수도 있다(Fig. 3)

여과형 시설의 경우 SS 90%, 중금속류 80~90% 정도의 제거가 가능하므로 특정오염유발지역(hotspot), 상수원 보호구역 등의 수질에 민감한 지역에 적용이 가능하며, 고농도 오염물질을 배출하는 것



Fig. 4. StormFilter 적용 현황.

으로 알려진 도시지역의 공업지구, 상업지구, 도로·교량 등에 적용하는 것이 적합한 것으로 판단되어진다. 또한, 유류화합물의 처리가 가능하므로 유류 및 그리스 관련 화합물들의 농도가 높은 주유소, 차량 정비소, 세차장, 기타 고농도의 유류 관련물질을 배출하는 시설 등에도 적용이 가능하다. 대상 지역의 오염물질 발생 특성에 따라 수리동력학적 분리장치, screen, 유수분리장치 등의 전처리 설비가 필요할 수도 있다.

여과형 시설의 유지관리는 크게 시설내의 퇴적물의 준설과 여재의 교환으로 이루어진다. 퇴적물 준설의 경우 모든 장치형 시설에 공통적으로 적용되는 사항이며, 대상 지역의 특성과 시설물의 여유공간에 따라 그 빈도는 달라지지만 일반적으로 연간 2회 정도 실시한다. 여재는 연간 1회 정도의 교환으로 일정 이상의 저감효과를 나타내는 것으로 알려져 있으며, 차량사고 등에 의한 유류 유출사고, 대규모 강우시 추가적인 유지관리가 필요하다. 이러한 여과형 시설은 해외에서는 공업·상업·거주지역의 도로, 교량, 지붕, 세차장, 주유소 등의 유출수 처리에 다양하게 적용되고 있으며, 최근 국내에서도 높은 처리효율과 소요부지가 적은 장점 등으로 인해 교량, 도로 등에 폭넓게 적용되고 있다(Fig. 4).

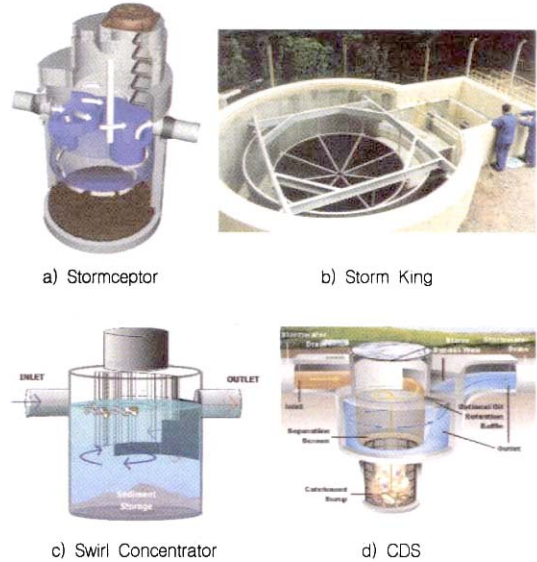


Fig. 5. 수리동력학적 분리장치.

2.2. 수리동력학적 분리장치

수리동력학적 분리장치(Hydrodynamic Separator, 이하 HDS)는 시스템 내로 흘러들어가는 우수유출수를 나선형으로 흐르게 하여 이로 인해 발생하는 원심력과 중력 및 부상을 이용하여 침전물질과 부유물질을 분리하는 장치로서, Storm King, Stormceptor, Swirl Concentrator, Vortechs 등이 널리 알려져 있다(Fig. 2-5).

이들은 형태 등에 조금씩 차이가 있지만, 유입수의 유속에 의한 원심력에 의해 고액 분리되는 처리원리는 거의 유사하다. 이들은 빠른 처리속도를 지니지만, 처리효율이 유입수내에 포함된 고형물의 입경분포, 침강속도 등에 따라 큰 차이를 보이며, 처리효율이 여과형 시설에 비해 다소 낮다. 또한, 선회류 운동을 하는 점에서는 이러한 시설과 유사하지만, 선회류 자체가 아닌 스크린을 이용하여 고액분리를 하는 CDS도 이와 유사한 기술로 알려져 있다. CDS의 경우는 선회류 자체가 아닌 스크린에 의해 고액분리가 이루어지며, 스크린 구경(1,200~4,700micron)의 1/3 크기 이상은 95% 정도의 처리효율을 가지지만 그 이하의 입경을 지닌 물질들의 처리효율은 낮아진다. HDS의 처리효율을 Table 3에 나타내었다.

이러한 HDS는 상기한 바와 같이 다소 낮은 처리효율을 가지지만 빠른 처리속도를 지니므로 대규모

Table 3. HDS의 처리효율(단위: %)

구분	TSS	COD
Swirl Concentrator(Field, 1996)	50	40
Storm King(Andoh, 2002)	57	-
Vortex Separator(Konieek, 1996)	38	-
CDS(Pilot Study, EPA, 2001)	10~60	-



Fig. 6. HDS의 적용현황.

유출수 처리에 적용하는 것이 바람직한 것으로 사료되며, 주로 합류식 하수관거 월류수의 부유성 물질과 침전성 물질의 제어, 하수처리장의 일차침전지의 보조시설, 우수유출수의 협잡물 제어 등에 폭넓게 적용되고 있다(Fig. 6).

유지관리는 시설내의 퇴적물 준설로 이루어진다. 대상 유역의 특성과 시설물의 여유 공간에 따라 그 빈도는 달라지지만 일반적으로 연간 2회 정도 실시한다. 진공흡입차량 등에 이용해 퇴적물의 준설을 실시하며, 추가적인 펌핑 장치 등을 통해 퇴적물을 처리장 등으로 재이송하는 방안이 도입되기도 한다. 유류 유출사고, 대규모 강우시 추가적인 유지관리가 필요할 수도 있다.

2.3. 유수분리장치(Oil-Water Separator)

유수분리장치는 석유화합물, 그리스, 잔모래 및 기타 부유성 쓰레기를 침전과 부상을 이용하여 제거하

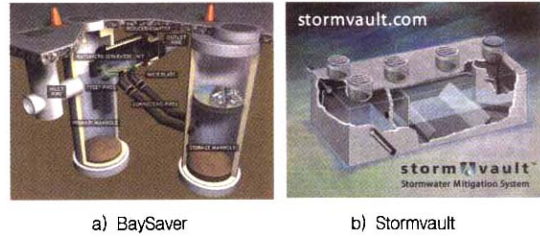


Fig. 7. 유수분리장치.

는 장치로서, 일반적으로 Stormvault, Baysaver 등이 널리 알려져 있다(Fig. 7).

Baysaver는 우수유출수를 침전조로 유입시켜, 부유성 물질과 침전성 고형물을 분리한 후 방류시키는 시설로서, 설계용량을 넘어서는 강우시에 대비하여 bypass 기능을 포함한다.

Stormvault는 시설내에 웨어, 배플 등을 설치하여 부유성 물질과 침전성 고형물을 침전·부상을 이용하여 제거하는 장치이다.

이 처리기술들은 유류 및 그리스 관련 화합물들의 농도가 높은 지역에 적용할 수 있다. 일반적인 발생 원으로는 주유소, 차량 정비소, 세차장, 기타 고농도의 유류 관련물질을 배출하는 시설 등이 있다.

유지관리는 타 장치형 시설들과 거의 동일하게 이루어진다. 일반적으로 연간 2회 정도의 퇴적물 준설을 실시하며, 추가적인 펌핑 장치 등을 통해 퇴적물을 처리장 등으로 재이송하는 방안을 도입할 수도 있다. 차량사고 등에 의한 유류유출사고, 대규모 강우시 추가적인 유지관리가 필요할 수도 있다.

3. 결 론

지역적 특성에 따라 적용 가능한 우수유출수 처리 시설의 종류는 매우 다양하며, 특히 우리나라는 토지 이용에 제한이 많아 처리시설 설치에 필요한 소요면적이 처리시설 선정에 있어 주요한 제한 요인이 된다. 일반적으로 도시지역의 경우는 토지확보의 어려움으로 넓은 면적을 필요로 하는 처리시설은 설치하기 어려우므로, 비교적 토지이용에 제한이 적은 장치형 시설들을 통해 비점오염원을 처리하는 방안을 고려하여야 할 것이다. 이러한 장치형 시설들은 시설 종류에 따라 다양한 처리기작을 지니므로 처리 가능

한 오염물질이 상이하며, 이에 토지이용에 따른 비점 오염물질의 유출특성, 오염물질 성상 등을 고려하여 적용 가능성을 평가하고, 시설을 설치하는 것이 바람직하다. 장치형 시설 중 여과형 시설의 경우는 높은 처리효율과 유류화합물질, 용존성 오염물질 등의 처리가 가능하므로 중금속 등의 고농도 유출수가 발생하는 것으로 알려진 도로, 교량, 공업지구, 상업지구 등과 유류 화합물질의 배출이 우려되는 주유소, 세차장, 차량 정비소 등에 적용이 적합한 것으로 사료된다. 수리동력학적 분리장치는 대규모 용량의 처리가 가능하나, 다소 낮은 처리효율을 지니므로 합류식 하수관거 월류수의 부유성 물질과 침전성 물질의 제어, 여과형 시설의 전처리 시설, 하수처리장의 일차침전지 보조시설, 시공시 발생하는 토사유출 대책 등에 적합할 것으로 판단된다. 유수분리장치는 유류 및 그리스 관련 화합물들의 배출이 우려되는 주유소, 차량 정비소, 세차장, 기타 고농도의 유류 관련물질을 배출하는 시설 등에 적용이 가능할 것이다. 비점오염원

관리를 위해 장치형 시설을 선정하고 설치한 경우 이에 따른 유지관리가 뒤따른다. 장치형 시설을 통해 우수유출수에서 처리·분리된 오염물질들은 시설 내에 쌓여 있기 때문에 정기적인 준설 등을 실시하지 않을 경우 오염물질이 퇴적됨에 따라 처리효율이 점점 낮아지게 되며, 퇴적된 오염물질이 일정 용량을 넘어설 경우에는 모든 우수유출수는 미처리된 상태로 방류되게 된다. 따라서 정기적인 모니터링을 통하여 시설의 이상 유무 등을 확인하고, 퇴적물 준설 등을 실시하여야 할 것이다.

참고문헌

- 최종수 (2003) 도시지역 비점오염원의 적정저감방안, 대한 환경공학회.
- 최지용 (2002) 비점오염원 유출저감을 위한 우수유출수 관리방안, 한국환경정책·평가연구원.