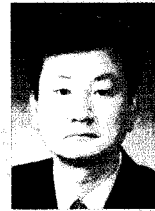
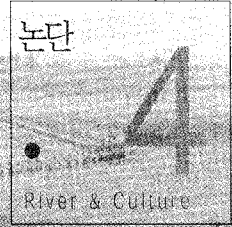


### 1. 서론

비점오염물질은 유역내 확산되어 있는 오염물질이 강우시에 유출되어 하천으로 유입됨으로써 수질과 수생태계에 악영향을 초래한다. 인간에 의한 개발행위는 이러한 비점오염원에 의한 오염물질의 발생량을 증가시킨다. 발생한 오염물질은 강우시에 지표면을 따라 유출이 진행되면서 자연적, 인위적 오염물질을 하천, 강, 저수지, 댐, 지하수 등으로 유입된다. 비점오염물질은 그 형태에 따라서 입자상 오염물질과 용존성 오염물질로 구분될 수 있는데 입자상 오염물질은 대부분 토사, 식물 잔재물, 타이어 분진, 동물의 배설물 등이고, 용존성 물질은 물속에 이온상태로 존재하여 물의 흐름을 따라 멀리 이동할 수 있는 특징이 있다.



박성순 | 신강하이텍  
환경기술연구소 소장  
(sspak@dreamwiz.com)

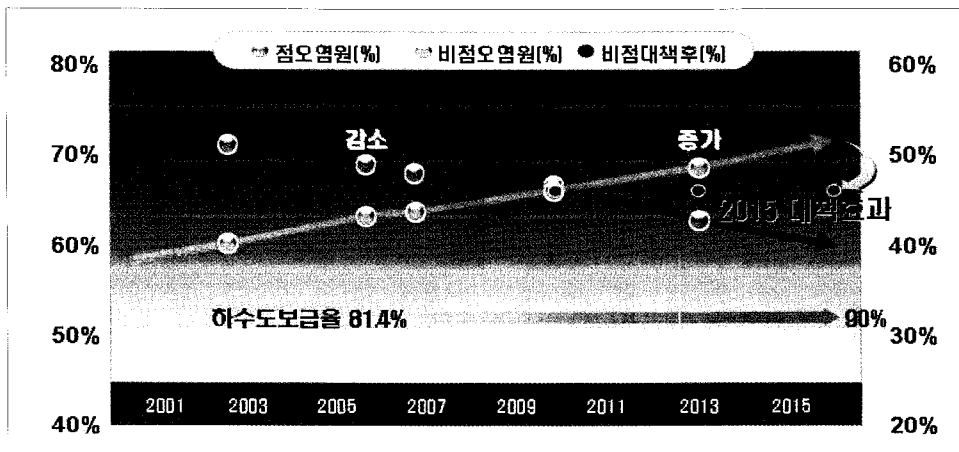


권은미 | 신강하이텍  
환경기술연구소 수석연구원  
(emgwon@daum.net)

# 도심하천 수생태계 복원을 위한 효율적인 비점오염물질 처리기술

용존성 오염물질 중 영양염류가 하천에 유입되면 조류의 증식을 초래한다. 조류가 증식되면 하천의 탁도를 증가시켜 수중의 일조량을 감소시키고 침수식물의 광합성량을 감소시켜 수중의 용존산소를 떨어뜨린다. 또한 유기오염물질이나 암모니아성 질소가 유입되면 수중에서 산화되면서 용존산소를 소비하게 되어 수질에 악영향을 초래한다. 강우유출

수에 포함된 바이러스나 박테리아는 공중보건상의 문제를 유발하여 수영이나 레크레이션 활동에 영향을 주게 되며, 상수원으로 사용될 경우 상수처리비용의 상승을 유발한다. 또한 중금속이나 미량유기오염물질과 같은 독성이 있는 물질이 유입되면 어패류 폐사 등과 같은 수생태계에 치명적인 영향을 주기도 한다. 특히 하천과 같은 수계는 유역으로부터



〈그림 1〉 연간 오염원별 부하량 기여율(환경부, 물환경관리기본계획, 2006)

발생하는 다양한 오염물질을 처리 및 저감하는 기능, 즉 자정능력을 가지고 있으나 생태계의 자정능력을 초과하는 오염물질 부하량 유입으로 인하여 하천이 가지는 자정능력이 저하되는 심각한 위기에 도달하기도 한다.

2006년 환경부에서 수립한 물환경관리 기본계획에 따르면 비점오염원에 의한 기여율은 지속적으로 증가추세에 있으며, 2009년 이후에는 점오염원에 의한 기여율을 초과하여 이에 대한 대책마련이 시급한 실정이다(그림 1).

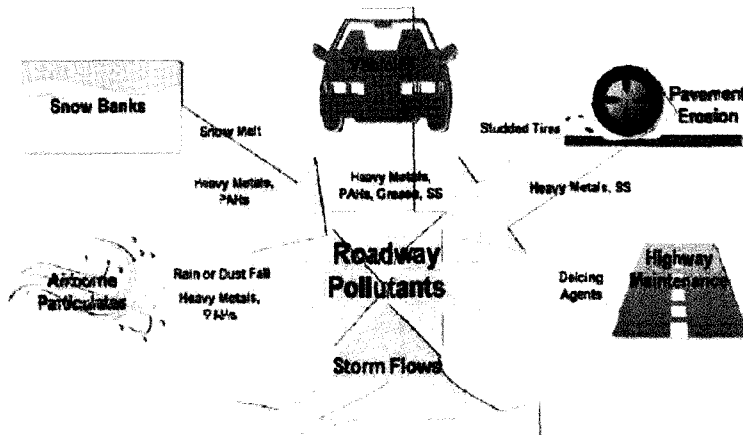
## 2. 도시지역 비점오염원의 종류 및 유출 특성

도시지역의 경우 오염원이 밀집되어 있고 개발이 진행됨에 따라 대부분의 지역이 불투수층으로 변경되어 있어 건기 시에 지표면에 퇴적된 먼지, 쓰레기, 도로협잡물 등이 강우 시에 집중적으로 순식간에 유출되어 도심하천의 수질에 큰 영향을 주고 있다. 또한 하수관거의 정비가 미흡한 곳이나 합류식인 지역의 경우 하수관거내에 퇴적되어 있던 각종 유기

물질이 강우시에 우수토실(Combined Sewage Overflows, CSOs)을 통하여 하천으로 직접 유출되어 도심하천의 수질 오염을 가중시키고 있는 실정이다. 강우유출수의 수질은 건기시의 하수농도보다 최대 30배까지 높은 것으로 보고된 바 있으며(표 1), 하천주변에 완충시설이 없을 경우 전량이 하천으로 유입되어 하천수질과 수생태계에 직접적인 영향을 주게 된다. 또한 불투수층이 높은 경우 최대유출률이 발생하는 침투시간을 앞당기게 되어 도시홍수를 유발 할 수도 있다.

특히 도시화는 자연상태의 회복을 다양한 토지이용으로 이용되는 회복으로의 변화를 가져오며, 이러한 영향은 불투수층의 증가를 초래하고 다양한 환경수리학적 영향을 끼친다. 따라서 이러한 비점오염원의 악영향을 고려하기 위하여 최근에 강우 시 발생하는 비점오염원에 의한 주변의 수계 및 토양의 환경피해에 관한 관심이 많이 대두되고 있다.

도시화의 진행에 따른 포장율의 증대는 수리학적으로는 유량의 증가, 침투유량의 증가, 침투유량 기간 증가, base flow 감소, sediment 부하량 변화, 홍수유발, 하천침식, 수로



(그림 2) 도시지역에서 발생하는 비점오염물질의 현황(기형 등)

(표 1) 도시지역 CSOs 및 우수유출수 발생오염사례

항목	CSOs <sup>1)</sup>		우수 유출수 평균농도 <sup>2)</sup>	하수 평균농도 <sup>1)</sup>
	평균농도	초기월류농도		
COD <sub>Cr</sub>	121	1,014	16~18	10
SS	240	1,936	23~127	60
TN	17	51	2.2~9.6	16
TP	2.2	16.2	0.1~0.5	1.4

1) 국립환경과학원, 하수도 시설 개축 및 기능개선 전략연구, '98.12

2) 한국환경정책평가연구원, 비점오염원 저감을 위한 우수유출수 관리방안, '02.12

확장 및 수로바닥의 변화 등을 야기시킨다. 또한, 환경학적으로 다양한 종류의 오염물질의 유입으로 인한 자정작용 위해성, 증가된 유량으로 수반되는 오염물질 부하량의 증가 등으로 인하여 심각한 수생태계 파괴와 같은 현상이 발생한다. 실질적으로 삼림지역이 도시로 개발될 경우 강우유출량은 10배까지 증가하지만 지면에 저류되거나 지하로 침투되는 양은 1.5배 감소된다는 보고가 있다(ASCE, Urban Runoff Quality Management, 1998). 따라서 토양내 우수침투가 저하되어 강우시 홍수뿐만 아니라 지하수를 감소시켜 평상시 하천유량 감소나 건천화를 유발하여, 홍수와 가뭄, 수질환경에 모두 취약한 환경여건으로 변화를 유발한다.

우리나라의 경우 도시지역에서 발생하는 비점오염물질의 양은 전체발생량의 52%로 가장 많으며 산지, 농경지 순으로 발생하는 것으로 조사된바 있다(4대강 수계 물관리 종합대책, 정부합동, '98~'00). 또한 앞으로 비점오염물질 배출량 증가전망은 도시지역의 경우 지속적인 개발에 따라 98년 170.5톤/일에서 2020년에는 248톤/일까지 증가할 것으로 예측되며, 농경지 산림 등은 면적감소로 인하여 배출량이 줄어들 것으로 전망하고 있다. 여기서 도시지역이라 함은 개발산업에 따라 토지이용의 용도가 대지로 변경되는 것을 의미하며 도시지역개발을 포함하여 각종 개발사업으로 인한 토지용도가 변경되는 경우가 포함된 결과라고 설명할 수 있다.

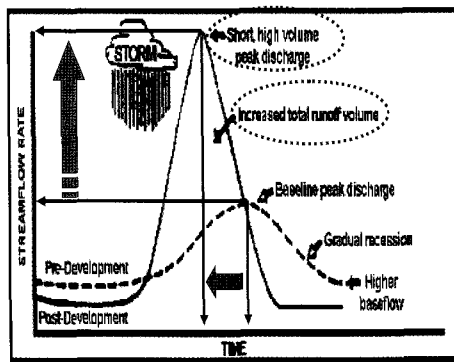
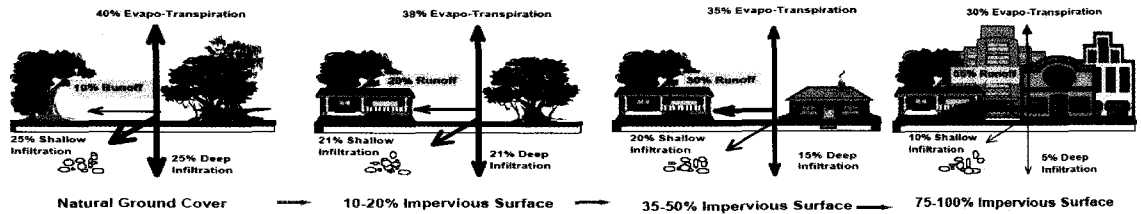


Figure 1. Impacts of urbanization on stream flow (Schueler, 1987).

〈그림 3〉 불투수층 증가에 따른 강우유출수의 변화

〈표 2〉 강우시 불투수층의 증가가 초래하는 환경수리학적 영향

강우시 불투수층의 증가:	초래되는 영향				
	홍수유발	수생 동식물 위해성	하천침식	수로확장	수로 바닥 변화
유량 증가	○	○	○	○	○
침투유량 증가	○	○	○	○	○
침투유량 기간 증가	○	○	○	○	○
흐름의 온도 상승		○			
Base flow 감소		○			
Sediment 부하량 변화	○	○	○	○	○

〈표 3〉 비점오염물질 배출량 증가전망

구분	계	도시	농경지	산림	기타
2005	305.3 (100%)	170.5 (55.8%)	31.7 (10.4%)	48.2 (15.8%)	54.9 (18.0%)
2011	332.0 (100%)	198.5 (59.7%)	31.0 (9.3%)	47.9 (14.4%)	54.9 (16.5%)
2020	380.9 (100%)	248.4 (65.2%)	30.1 (7.9%)	47.5 (12.5%)	54.9 (14.4%)

예측조건

- 2005년 이전 : 4대강 수계 물관리종합대책 예측치 활용
- 2005년 이후 : 토지이용별 오염부하 변화 '전국토지이용 변화추세(01-00, 국토연구원) 자료를 인용
- 기타는 양식장 철거 및 도로 사업장 등의 증가를 감안하여 현 수준으로 가정

자료 : 4대강 비점오염원 관리 종합대책, 관계부처 합동

이에 따라 환경부는 2000년 들어 수질에 관련되는 각종 법률 및 제도적 장치를 수생태계의 입장에서 농도규제가 아닌 오염총량 규제로의 변화를 수렴하여 4대강에 대한 수질오염 총량제를 도입하여 실시하고 있으며, 개정된 수질환경보전 법에는 비점오염원에 대한 정의뿐만 아니라, 각종 개발사업 으로부터 강우유출수 관리를 명시하고 있다. 또한 일정규모 이상의 도시개발, 산업단지조성 그 밖에 비점오염원에 의한 오염을 유발하는 사업으로서 대통령령이 정하는 사업에 대하여 비점오염원 관리를 위한 시설을 설치하도록 하고 있어 수생태계 보전에 대한 필요성이 증대되고 있다.

특히 2007년에 개정된 '수질 및 수생태계 보전에 관한 법률'에서는 '비점오염원 설치신고제도', '비점오염원 관리지역 지정제도', '고랭지 경작지에 대한 경작방법 권고', '기타수질 오염원 설치신고제도' 등에 대하여 절차와 규제방법에 대하여 명시함으로써 향후 각종 사업장별 및 개발사업장별 비점 오염원 관리가 좀 더 적극적으로 추진될 전망이다.

개발사업의 단계별 관리계획에 의하면 대규모 개발사업에 대해서 계획수립단계에서 비점오염물질 정화시설을 갖추도록 하였다. 특히 도로건설의 경우 도로 및 교량 건설에 앞서 저감시설 설치를 의무화 할 것으로 판단되며, 기초자료 조사를 통한 저감시설에 대한 시범사업이 요구되고 있는 실정이다. 또한 정부는 신규 개발사업에 대해서도 비점오염원 관리의 법제화를 위하여 관계법령을 손질하고 있기에, 향후 비점 오염원 관리는 환경영향평가 및 사전환경성검토에 포함되어

시행될 전망이다. 현재 개발사업에 대해서는 개발규모에 따라 환경영향평가 대상 및 사전환경성검토 대상지역으로 나누어지는데, 공항 및 단지 개발 사업 등은 대규모 개발사업으로 분류되어 개발계획 단계부터 환경영향평가 대상지역으로 분류되어 비점오염원 관리시설 신고 및 설치의 의무화를 요구하고 있다. 또한 전 사업에 걸쳐 비점오염원 관리시설 신고 및 설치를 의무화 하려는 추세에 있기 때문에 관련 기관 및 산업체에서는 대책 마련이 절실히 필요하다.

### 3. 도시지역 비점오염물질처리를 위한 시설

비점오염물질을 처리하기 위한 시설은 크게 자연형 시설과 장치형 시설로 구분될 수 있다. 자연형 시설은 저류시설 인공 습지, 침투시설, 식생형 시설 등이며, 장치형은 여과형 시설, 와류형 시설, 스크린형 시설, 응집·침전처리형 시설, 생물학적 처리형 시설 등이다. 장치형 시설 중 여과형 시설, 와류형 시설, 스크린 시설 등은 주로 전 후처리시설로 적용될 수 있다. 이러한 시설들은 시설의 특징에 따라 장단점을 가지는데 주로 자연형 시설의 경우 주변 환경과의 조화나 지역사회에 적용성이 높은 편이며 유량을 조절하는 완충능력이 있고 오염물질의 제거율 변화폭이 완만하다는 장점이 있다. 그러나 이러한 시설은 부지면적이 많이 필요하다는 단점이 있다. 장치형 시설의 경우 소요되는 부지면적이 적으며 처리방법에 따라 오염물질별 제거효율이 명확한 장점이 있는 반면 유지

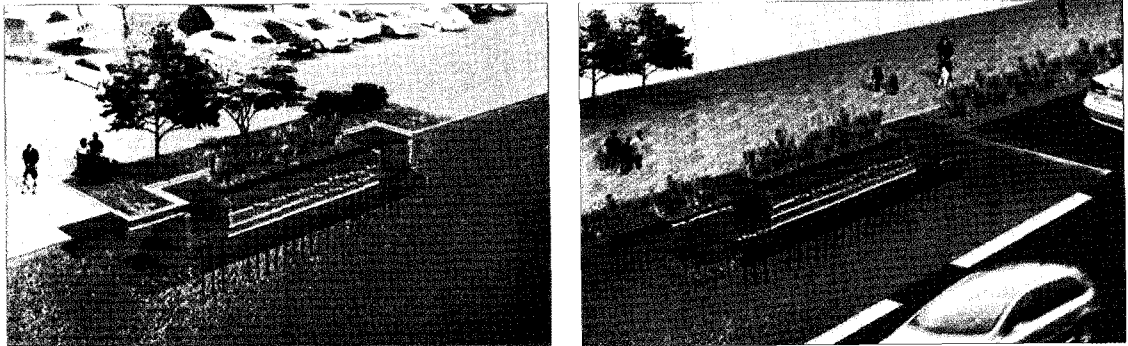
관리가 처리효율에 미치는 영향이 크기 때문에 주기적인 유지관리가 매우 중요하다.

도시지역에서 발생하는 비점오염물질은 토사, 영양물질, 박테리아와 바이러스 기름 및 그리스, 금속, 유기물, 기타 협잡물 등으로 구분될 수 있다. 이러한 오염물질은 도로나 지붕, 나대지 등의 지표면이나 하수관거에 퇴적되어 있다가 강우시에 일시적으로 유출되어 하수관거 시설용량을 초과하는 분량만큼 하천으로 유입된다.

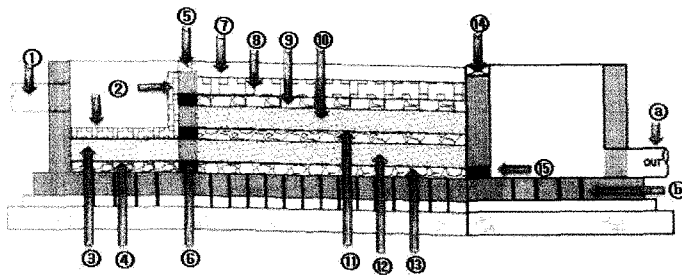
이러한 도시지역의 오염물질을 효율적으로 처리하기 위해서는 발생단계에서 처리하는 방법, 하수관거에서 처리하는 방법, 하수종말처리장에서 처리하는 방법 등의 3가지 방법이 있다.

### 3.1 EBF-ECO Bio Filter

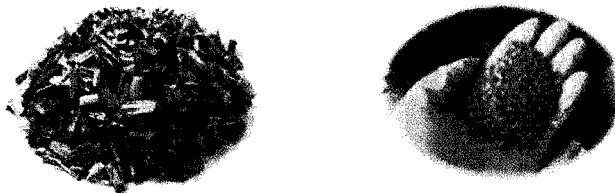
발생단계에서 처리하는 방법으로는 기존의 도로, 주차장, 저류지, 광장 등의 도시기반시설을 이용하여 강우유출수를 저류하거나 투수성 있는 재질로 포장하여 지하로 침투시키는 방법이 있다. 도시의 기반 시설을 이용할 경우 비용이 저렴하고 도심 경관을 증진시키는 효과가 있으며 지하로 침투된 물이 지하수함양에도 기여하여 오염물질의 처리와 홍수 조절 및 하천유지용수 확보 등에도 기여되는 장점이 있다. 또한 이 시설들이 시공될 경우 도시의 경관을 자연친화적으로 만들어주며 인근주민들이 레크레이션 공간으로 활용할 수 있는 공간을 창조하기도 한다. 최근 우리나라에서 발생하는 집중적인 강우의 80% 빈도에 해당되는 강우사상을 처리할 수 있는 자연형 시설이 개발되어 시범적으로 건설 운영되고



(그림 4) EBF-ECO Biofilter의 적용사례(도로, 주차장)



- ① 유입관
- ② 유입부 우드칩층
- ③ 유입부 모래여과층
- ④ 유입부 자갈여과층
- ⑤ 여과부 연결도랑
- ⑥ 여과부 유입관
- ⑦ 여과부 도랑
- ⑧ 여과부 우드칩층
- ⑨ 여과부 제3 자갈여과층
- ⑩ 여과부 제2 모래여과층
- ⑪ 여과부 제2 자갈여과층
- ⑫ 여과부 제1 모래여과층
- ⑬ 여과부 제1 자갈여과층
- ⑭ 여과부 도랑 유출부
- ⑮ 여과부 유출관
- ⑯ 유출부 유출관
- ⑰ 지하침투유도관



(그림 5) EBF-ECO Biofilter의 구조와 여재의 종류

있으며, 단점을 보완한 시설이 개발되고 있다.

EBF-Eco biofilter시설은 침투와 여과를 동시에 수행할 수 있는 구조로 그 응용범위가 매우 넓고 효율이 우수하여 도시지역의 비점오염물질저감에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대되고 있다. 이 기술은 여재들의 오염물질 처리기작(수작, 흡착, 침투, 여과 등) 및 지하침투를 이용한 통합형 기술로 오염물질의 처리효율이 높으며, 사용되는 여재는 중금속 및 미세한 토사의 입자 포집에 효과적인 우드칩(Woodchips, Sand) 등을 이용하여 여재교체 비용이 다른 여재들에 비해 저렴하다는 장점을 가지고 있다.

다음 <표 4>는 강수량에 따른 EBF-ECO Biofilter시설의 오염물질 유출기작비율을 설명한 표이다. 15mm 이하의 강우의 경우 침투량이 100%이고, 15mm < 강수량 < 25mm에서 침투량 40%, 여과부 저류 30%, 유출량이 20%이며, 강우량이 30mm 이상일 경우 유출량이 50%로 나타났다. 우리나라 강우 현상의 80%가 25mm 이하의 강우인 것과 비오염물질의 유출은 대부분 초기에서 나타난다는 것을 감안하면 오염물질의 처리와 더불어 침투로 인한 침투율 감소와 지하수 증가효과가 매우 높은 것을 확인할 수 있다.

<표 4> 강수량에 따른 유출량 및 저류, 침투량의 비율

강우시상(mm)	유출량 및 저류, 침투 비율(%)	
15≤R	침투	100
	여과부 저류	0
	유출량	0
15(R<30)	침투	40
	여과부 저류	30
	유출량	20
30>R	침투	20
	여과부 저류	30
	유출량	50

\*: 설치장소에 따라 차이가 있을 수 있음. R: 강우량자료: 환경부 수생태복원사업단 연구결과, 2009

### 3.2 장치형 비점오염물질 제거시설

도시지역에서 발생하는 비점오염물질 중 기여도가 높은 발생원으로 강우시에 우수토실을 통해서 하천으로 유입되

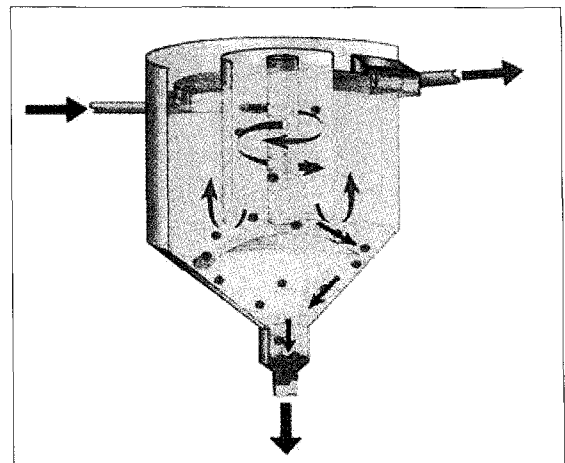
는 하수관거에 퇴적된 유기물질 및 오염물질이 있다. 이러한 오염물질은 강우초기에 집중적으로 발생되어 하천으로 직접 유입되기 때문에 이러한 오염물질을 효과적으로 처리하기 위한 장치형 시설을 설치해야 한다.

장치형 시설은 규모가 컴팩트하고 제거메카니즘에 따른 오염물질의 제거효율이 명확하기 때문에 적절한 전후처리와 조합해서 설치했을 경우 효율적인 오염물질의 제거효과를 볼 수 있다. 또한 장치형 시설은 비교적 불투수층 면적이 넓으면서 토사의 유입이 적은 장소에 설치하는 것이 효과적이므로 우수토실에서 발생하는 오염물질 제거에 매우 효과적이다.

처리방법에 따른 장치형 시설의 종류는 다음과 같다.

#### 가. 와류형 시설

와류형 시설은 중간에 원기둥 모양의 내통이 있어 물이 유입되며 형성된 와류로 인하여 기름, 그리스 등의 부유성물질이 부상제거되고 혐잡물은 하부로 침전 분리되어 오염물질을 제거시키는 기작을 말한다. 와류형 시설은 입자상 물질의 제거에 효과적이며 주로 전처리시설로 사용되는 것이 바람직하다.



<그림 6> 와류형 시설의 구조도

와류형 시설은 와류로 생성되는 원심력에 의해 입자상 물질이 침전되기 때문에 입자상 물질이 와류를 거치는 시간이 길어질수록 침강성이 좋아진다. 따라서 충분한 체류시간을

확보하는 것이 바람직하다. 또한 하부에 퇴적된 퇴적물을 적정시기에 제거해주는 것이 시설의 처리효율을 유지하는데 필수적이다. 따라서 시설의 상부에서 하부의 퇴적물을 직접 수거할 수 있는 구조로 하는 것이 바람직하며 장비의 유입이 불가능한 구역이 없도록 하는 것이 필요하다. 와류형 시설 자체만으로는 협잡물, 고형물 등의 처리는 가능하지만 제거할 수 있는 오염물질이 제한적이므로 다른 공정과 병행해서 사용하는 것이 바람직하다.

나. 여과형 시설

강우유출수를 집수조에 차집한 후에 모래 토양 기타여재를 통해 여과하여 비점오염물질을 저감하는 시설을 말한다. 여과형 시설은 기본적으로 유량조절 및 침전을 위한 구조물과 여재구조물로 구성되며 이를 통해 전단에서 큰 협잡물 및 대형 입자성 물질을 제거하고 후단에서는 용존성물질, 부유성 물질을 제거하는 메카니즘을 갖는다. 여과시설의 표면적은 수질처리용량과 여재의 투과속도에 따라 달라질 수 있다. 여과시설은 일반적으로 토사가 대량 유입되는 지역에는 적용이 어려우며 전처리시설에 유량조절장치나 유량분배 구조물 등을 설치할 수 있다.

다. 와류 + 여과형 시설(FSF 시설)

FSF 장치는 무동력 처리장치로 HDS형과 Filter형을 조합하여 기존 장치형 시설의 단점을 보완하고 유량 및 농도의 변화에 탄력적 대응이 가능토록 제작된 비점오염 처리장치이

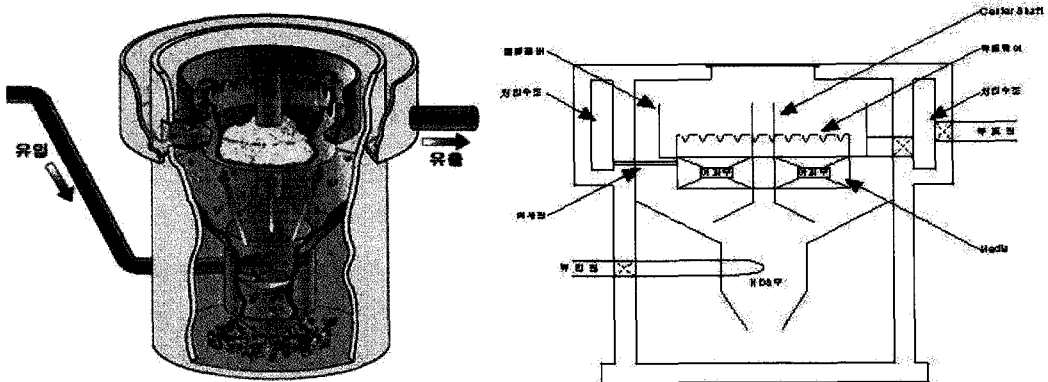
다. FSF 장치는 하부에 와류를 이용하는 HDS부를 설치하여 비교적 큰 입자를 1차로 제거하고 상부에는 여재를 이용하는 여과부를 설치하여 HDS부에서 처리되지 않은 미세한 입자들을 상향류 여과를 통하여 제거한다. FSF장치의 모식도는 다음 (그림 7)과 같다.

이 공정의 최대 핵심 기술은 비점오염물질의 효율에 직접적인 영향을 주는 유지관리적인 면을 최대화하기 위해서 여과부의 폐색이 없도록 구성하고 자동역세공정을 적용했다는 점이다. 이 공정에서는 여재의 폐색방지와 수명연장을 위해 비중이 적은 여재를 사용하여 여재부에 60~80%를 채우고 상향류 식으로 여과하여 처리한다. 여과과정이 끝난 후에는 여재부의 주변에 있는 처리수를 이용하여 무동력으로 자동 역세될 수 있도록 하였다(그림 8).

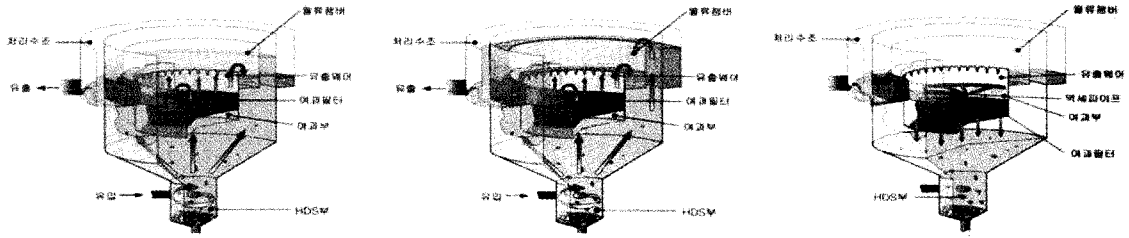
FSF 공정은 적용되는 장소에 따라서 합유식 하수관거의 우수토실과 기존하수관거, 도로 및 교량하부에 다양하게 적용될 수 있다(그림 9). FSF 시설을 이용한 오염물질의 처리효율은 강우사상과 강우유출수의 수질에 따라서 다양하게 나타날 수 있으나 항목별로 SS의 제거효율이 가장 안정적인 것을 알 수 있다. 항목별 오염물질의 제거효율은 BOD는 32~77%, COD는 43~84.1%, SS 75~88%, TN 14.5~47%, TP 50~53%인 것으로 나타났다.(그림 10)

라. 개량형 FSF 시설(HDFS)

FSF 시설의 단점을 보완한 개량형 시설로 HDFS 시설이 있다. 이 장치는 강우유출수가 시설의 내통으로 유입되어 받

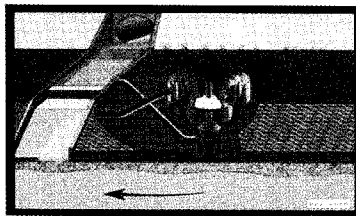


(그림 7) FSF 장치의 처리개념도(좌)와 모식도(우)

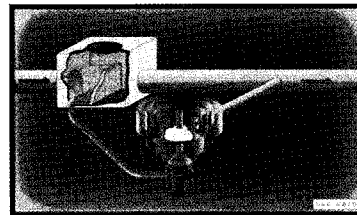


강우 유출수 유입 시	설계초과 강우 유입 시	유지관리 시역세
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유입된 강우 유출수는 1단계 HDS부에서 Vortex에 의하여 처리된 후</li> <li>- 2단계 여과부에서 여재에 의하여 여과 처리된 후 배출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 설계용량까지는 1, 2단계를 거쳐 처리</li> <li>- 설계초과용량은 1단계 HDS부에서 처리 후 월류침버로 By-pass되어 배출됨</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유지관리 시 장치 내 수위가 낮아지면서 여재의 움직임을 통하여 역세공정이 이루어짐</li> </ul>

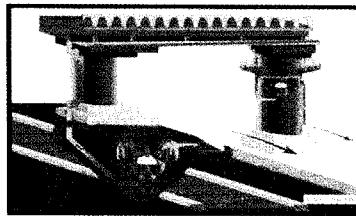
(그림 8) FSF장치의 처리메카니즘과 유지관리시역세 기작



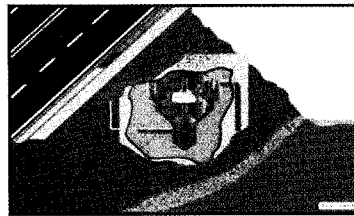
합류식관거 하천도구 적용 시



기존 관로에 적용 시

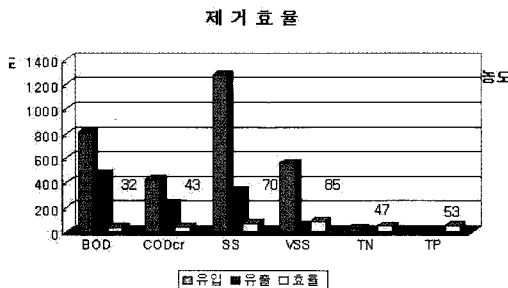


교량 비점오염원에 적용 시

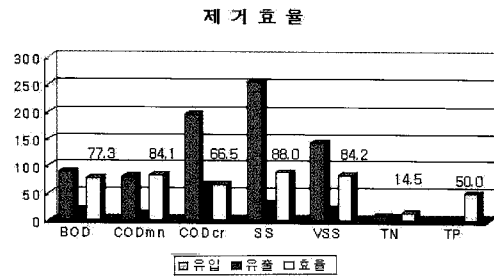


도로 비점오염원에 적용 시

(그림 9) FSF 시설의 현장 적용사례



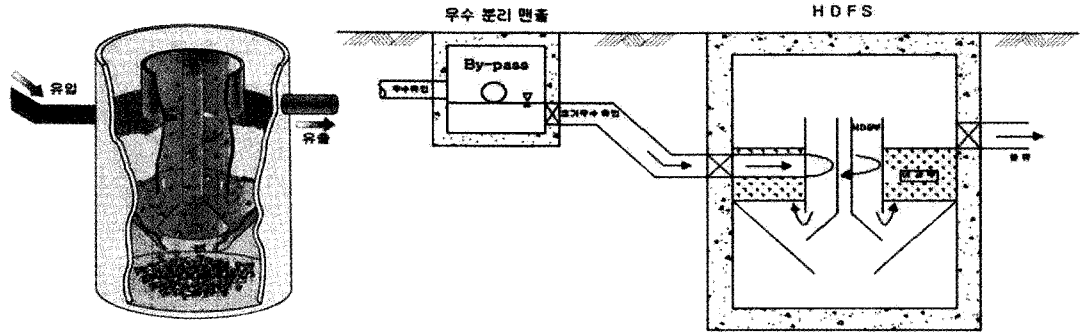
구분	평균 유입수(mg/l)	평균 유출수(mg/l)	제거율(%)
BOD	810	476	32
CODcr	426	231	43
SS	1275	334	70
VSS	559	59	85
TN	27.08	12.05	47
TP	7.88	3.04	53



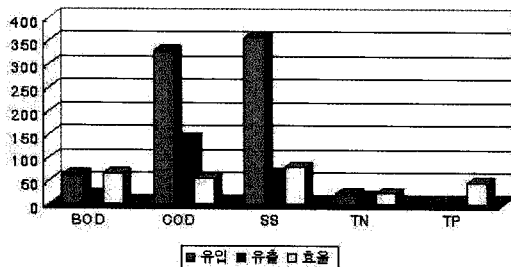
구분	평균 유입수(mg/l)	평균 유출수(mg/l)	제거율(%)
BOD	89.6	20.3	77.3
CODmn	81.0	12.9	84.1
CODcr	195.9	65.7	66.5
SS	255.2	30.7	88.0
VSS	143.9	22.7	84.2
TN	8.3	7.1	14.5
TP	1.8	0.9	50.0

(그림 10) FSF Plot Plant의 오염물질 제거효율





〈그림 11〉 HDFS장치의 오염물질 제거모식도



구분	유입수(mg/ℓ)	유출수(mg/ℓ)	제거율(%)
BOD	64.5	21.7	66.3
COD	330.0	143.9	56.4
SS	359.7	66.8	81.4
TN	24.9	18.9	24.0
TP	6.30	3.32	47.3

〈그림 12〉 HDFS장치의 오염물질제거효율

생하는 와류에 의해서 1차로 협잡물과 거대부유물이 제거되고 여재가 충전된 여재층을 통과하면서 미세오염물질이 제거된다. FSF 시설과 처리기작이 와류와 여과를 조합시킨 점은 동일하나 와류부와 여과부의 배치를 달리하여 수도손실을 줄일 수 있다. 유지관리방안으로는 평상시에는 여재의 색상변화를 통하여 여재의 수명을 확인할 수 있으며, 정기적으로 내통에 쌓인 오염물질을 진공흡입하여 제거하는 것이 바람직하다. 다음 〈그림 11〉은 HDFS시설의 장치 모식도이다. 〈그림 12〉는 HDFS 시설을 이용한 오염물질의 제거효율이다. 항목별 오염물질의 제거율은 BOD 66.3%, COD 56.4%, SS 81.4%, TN 24.0%, TP 47.3%로 나타났다.

#### 4. 결론

도시지역은 유역이 대부분 불투수층이고 오염원이 밀집해있어 집중적인 강우시에 유출되는 비점오염물질은 하천의 수질 및 수생태계에 큰 영향을 준다. 최근 하천의 건강성을 평가하는 지표로서 수질만이 아닌 생태학적 건강성이 매우 중요하게 생각되어지고 있다. 이것은 단순한 수질뿐만이 아

닌 수량적인 면을 고려한 것으로써 수계로 유입되는 오염물질의 차단과 더불어 수생태계가 유지되는데 필요한 수량 확보에 대한 문제도 동시에 고려해봐야 할 시점이다.

따라서 도심지역의 비점오염물질은 시설의 규모가 작고 처리형태에 따라서 오염물질의 제거효과가 명확한 장치형 시설을 신속하게 설치하여 처리하는 것이 바람직하겠다. 또한 기존도시기반시설을 이용한 비점오염물질처리시설은 오염물질의 처리와 지하침투를 통한 강우유출수의 수량감소효과를 통하여 홍수제어와 지하수량 증가라는 수량적인 제어 효과를 모두 충족시킬 수 있는 대안으로 생각된다. 더욱이 도시 밀집되어 생활하는 시민들에게 쾌적한 환경을 제공할 수 있는 부가적인 효과를 누릴 수 있어 앞으로 각광받는 녹색환경기술로 거듭 날 수 있을 것으로 생각된다. 🌍

#### 참고문헌

- ASCE(1998), Urban Runoff Quality Management.
- US EPA(1996), Design of stormwater filtering systems.
- 정부합동('98~'00), 4대강 수계 물관리 종합대책.
- 신강하이텍(주)(2009. 5), 효율적인 비점오염원 관리기술개발 연차보고서(2단계).
- 환경부(2008), 비점오염저감 시설의 설치 및 관리 운영 매뉴얼.