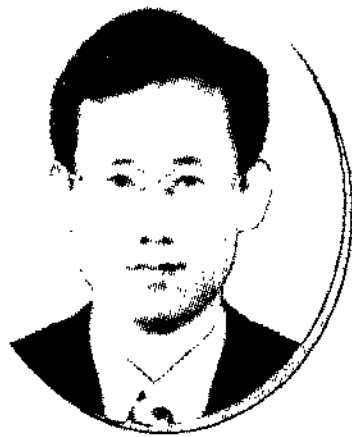


| 지반환경기술위원회 |

비점오염 처리시설 현황



정 하 익
한국건설기술연구원
책임연구원 공학박사
(hichung@kict.re.kr)

1. 개요

최근 들어 급격한 도시화로 인하여 도시지역 내에 불투수성 포장비율이 높아지고 있으며 이로 인해 강우시, 도시지역 내에서 유출되는 강우유출수의 양이 증가하고 있다. 또한 도시지역 내에서의 교통량 증가, 다양한 토지이용 등으로 인하여 비점오염물질의 양이 증가하고 있으며 이들 비점오염물질이 강우유출수에 포함되어 이동함으로써 도시지역에 다양한 환경문제를 발생시키고 있다.

통상적으로 수질오염에 대한 규제는 주로 하수, 공장폐수 등 점오염원을 중심으로 관리되어 왔기 때문에 강우시 비점오염원에서 유출되는 오염물질로 인한 하천, 호소 등 수자원의 수질은 개선되지 않고 있다. 특히 도시지역에서의 비점오염 정도는 전체

생물학적 산소요구량(BOD) 배출량의 약 22-37%를 차지하고 있다. 따라서 수자원의 수질개선을 위해서는 점오염원의 규제와 병행하여 비점오염원에 대한 관리도 시급하다. 토지이용에 따라 비점오염원은 크게 도시지역, 농업지역, 공업지역, 개발사업지역으로 구분할 수 있으며 이들 토지이용별로 비점오염물질의 유출경향 및 부하량 등이 각각 다르다. 기존의 비점오염물질 배출량을 조사해보면 경제활동이 많은 도시지역 및 산업지역에서 집중적으로 배출되고 있다.

정부는 비점오염원 관리를 위한 제도적 노력의 일환으로써 2004년에 '물관리 종합대책의 추진 강화'를 위한 4대강 비점오염원 관리 종합대책'을 마련하였다. 또한 2006년에 '수질환경보전법(현 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률)'을 개정하여 일정규모

이상의 개발사업 및 비점오염원 유발 가능성이 있는 대형 사업장에 대한 비점오염원 관리가 이루어지도록 하고 있다. 한편 환경영향평가제도나 사전환경성 검토제도를 마련하여 사업자에게 사업에 따른 비점오염을 예측하고 이에 대한 대책을 마련하도록 하고 있다.

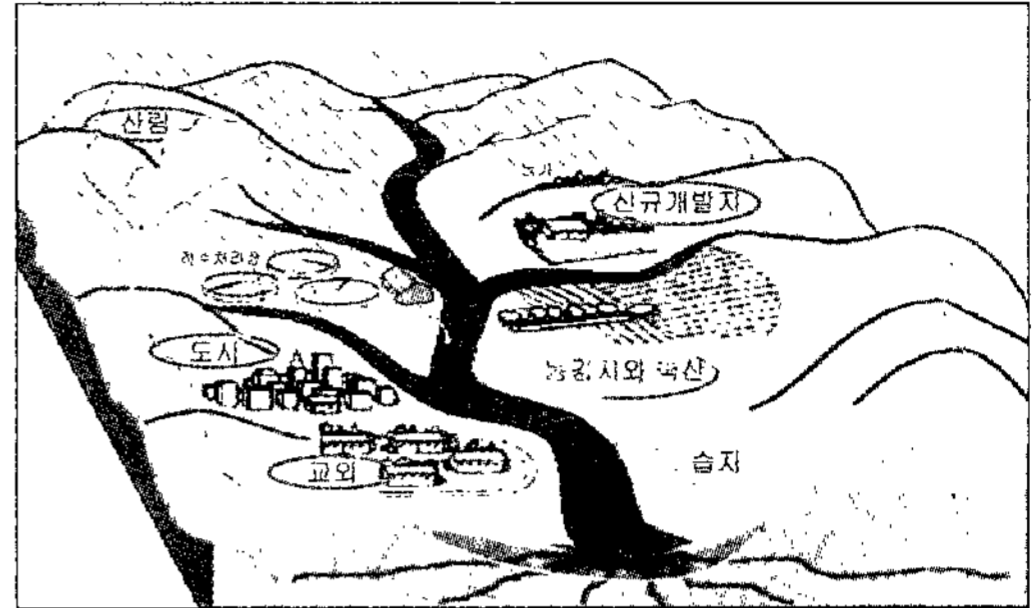


그림 1. 비점오염원 발생 모식도

2. 비점오염 특성

하천, 호소 등 수자원에 영향을 미치는 수질오염원은 크게 점오염원(point contaminant source)과 비점오염원(non-point contaminant source)으로 구분할 수 있다. '수질 및 수생태계 보전에 관한 법률'에 따르면 점오염원은 폐수배출시설, 하수발생시설, 축사 등으로서 관거·수로 등을 통하여 일정한 지점으로 수질오염물질을 배출하는 배출원으로 규정하고 있다. 비점오염원은 도시, 도로, 농지, 산지, 공사장으로서 불특정장소에서 불특정하게 수질오염물질을 배출하는 배출원으로 규정하고 있다.

주요 비점오염에는 농작물에 흡수되지 않고 농경지에 남아있는 비료와 농약, 초지에 방목된 가축의 배설물, 가축사육농가에서 배출되는 미처리 축산폐수, 빗물에 섞인 대기오염물질, 도로 노면의 퇴적물,

합류식 하수관거에서 강우시, 설계량을 초과하여 하천으로 흘러드는 오수·하수와 빗물의 혼합수 등이 있다. 그림 1은 비점오염원 발생 모식도를 나타내고 있다.

점오염원은 오염물질의 유출경로가 명확하여 포집이 쉽고 계절에 따른 영향이 상대적으로 적어 연중 발생량 예측이 가능하여 관거 및 처리장 등 처리시설의 설계와 유지·관리가 용이한 반면에 비점오염원은 오염물질의 유출 및 배출 경로가 명확하게 구분되지 않아 수집이 어렵고 발생량 및 배출량이 강수량 등 기상조건에 크게 좌우되기 때문에 처리시설의 설계 및 유지관리가 어렵다.

점오염원과 비점오염원은 상대적 개념으로서 공장의 경우에는 관거를 통해 수집되어 수질오염방지시설을 통해 처리되는 공장폐수를 배출하는 공정시

표 1. 점오염원과 비점오염원의 특징 비교

구분	점오염원	비점오염원
특징	<ul style="list-style-type: none"> - 인위적 - 배출지점이 특정·명확 - 관거를 통해 한 지점(주로 처리장)으로 집중적 배출 - 자연적 요인에 영향을 적게 받아 연중 배출량의 차이가 일정 - 집수가 용이하고 처리효율이 높음 	<ul style="list-style-type: none"> - 인위적 및 자연적 - 배출지점이 불특정·불명확 - 희석, 확산되면서 넓은 지역으로 배출 - 강우 등 자연적 요인에 따른 배출량의 변화가 심하여 예측이 곤란 - 집수가 어렵고 처리효율이 일정치 않음

표 2. 토지이용별 비점오염원 및 오염물질

비점오염원		세부발생요인	오염물질
도시지역		도로 및 교량건설, 토지형질변경, 우수거, 합류식관거, 지표면 유출수, 도로유출수 등	토사, 기름, 그리스, 박테리아, 영양물질, 협잡물
농업 지역	농지지역	논, 밭, 과수원, 양어장, 사면붕괴 등	토사, 영양물질, 농약
	축산지역	초지, 목축지, 축분저장 및 이용	토사, 박테리아, 영양물질
공업지역		우수거·합류식관거의 누수, 지표면 유출수, 공업폐기물 및 폐수의 토지처리, 도로유출수, 사고 누출수, 야적된 원료 및 폐기물	토사, 영양물질, 기름류, 중금속류, 협잡물
개발사업 지역		철·성토 등의 토목공사시, 유출되는 흙탕물, 방치된 폐건축자재 및 공사폐기물	토사, 유류, 중금속류, 협잡물

설은 점오염원인데 반해 그외 처리를 거치지 않고 하천으로 유입되는 강우유출수를 배출하는 야적장 등 공장 부지는 비점오염원으로 볼 수 있다. 표 1은 점오염원과 비점오염원의 특징을 비교하여 나타낸 것이다.

비점오염물질은 대부분 강우시 지표면을 흘러 하천으로 유입되므로 그 과정에서 강우강도, 강우량, 지반과 같은 자연적인 조건과 토지이용현황, 건기동안 지표면에 누적된 오염물질의 종류와 양, 인구·개발 밀도 등의 인위적인 조건에 큰 영향을 받는다. 비점오염물질은 토지이용 현황에 따라 발생 및 배출 특성이 다르므로 최적관리방안을 마련하기 위해서는 토지이용에 따른 비점오염원의 유출특성을 파악할 필요가 있다. 표 2는 토지이용별 주요비점오염원 및 오염물질을 나타내고 있다.

비점오염원의 종류에는 토사(Sediment), 영양물질(Nutrients), 박테리아와 바이러스(Bacteria & Viruses), 기름과 그리스(Oil & Grease), 금속(Metals), 유기물질(Organics), 살충제(Pesticides), 협잡물(Gross Pollutants) 등이 있다. 토사에는 영양물질, 금속, 탄화수소 등을 비롯한 다른 오염물질이 흡착되어 같이 이동되고 강우유출수의 많은 부분을 차지하는 오염물질로서 수생생물의 광합성, 호흡,

성장, 생식에 장애를 일으켜 치명적인 영향을 준다. 영양물질은 질소·인과 같은 영양물질은 비료로 사용되는데 종종 빗물에 의해 유출되어 조류의 성장을 촉진함으로써 하천·호소의 수질을 악화시키고 주택 및 골프장의 잔디밭이나 농경지, 도시노면 및 하수도에서 유출되어 하천으로 유입된다. 박테리아와 바이러스는 동물의 배설물과 하수도에서 월류된 배출수에서 많이 검출되며 미국에서는 강우유출수에 포함된 고농도의 박테리아와 바이러스로 인하여 하천·호소가 오염되어 폐쇄의 원인이 된 사례도 있다. 기름과 그리스는 적은 양으로도 수생 생물에 치명적일 수 있으며 누출이나 차량전복 등 사고, 차량세척, 폐기름의 무단 투기 과정에서 오염이 발생한다. 금속은 납, 아연, 카드뮴, 구리, 니켈 등 중금속은 도시지역 강우유출수에서 흔히 검출되는 물질이며 하천으로 유입되는 총금속물질량 중 50% 이상이 토사를 매개체로 하여 배출되고 수생태계에 치명적이며 생물농축이 일어나고 음용수 오염의 가능성이 있으므로 특별한 관리가 요구된다. 유기물질은 밭, 논, 산림, 주거지역 등 광범위한 장소에서 유출되며 특히 합류식 관거에서는 평소 하수관거를 약한 유속으로 흐르는 오수·하수에 포함되어 있던 유기물질이 관거 바닥에 침전되어 있다가 강우시 일시에 배출되

기도 하고 공업지역에서는 접착제, 세척제, 용제(溶劑) 등의 인공적인 유기 화합물이 광범위하게 사용되고 부적절하게 저장되며 폐기되는 과정에서 발생한다. 살충제는 제초제, 농약, 항공방이제와 같은 살충제는 플랑크톤과 같은 수생물에 축적되어 먹이그물을 통해 생물농축을 일으켜 어류와 조류에게는 치명적인 결과를 초래할 수 있다. 협잡물은 건축공사장 및 사업장 등에서 발생하는 쓰레기, 잔재물, 부유물 등에는 중금속, 살충제, 박테리아 등이 포함될 수 있고 낙엽이나 잔디를 깎은 잔재물, 동물의 배설물, 투기된 쓰레기 등은 박테리아, 바이러스 등을 하천·호소로 운반하는 매개체가 되며 용존산소를 감소시켜 어류폐사의 원인이 되기도 한다.

표 3. 비점오염 처리시설 종류

처리시설명	
저류형	저류조
	인공습지 (고도처리기능)
	인공습지 (산화기능)
침투형	연못
	유공포장
	침투조
식생형	침투도랑
	식생여과대
장치형	식생수로
	스크린류
	필터형류
하수처리형	와류형류
	초고속 응집·침전법

는 다음 그림 및 표에 제시된 바와 같이 저류형, 침투형, 식생형, 장치형, 하수처리형 등이 있다.

3. 비점오염 처리시설

3.1 종류

비점오염물질의 처리 및 저감을 위한 처리시설에

3.2 저류형시설

1) 저류시설(Ponds)

저류시설은 연중 물이 차 있는 영구연못이나 강우

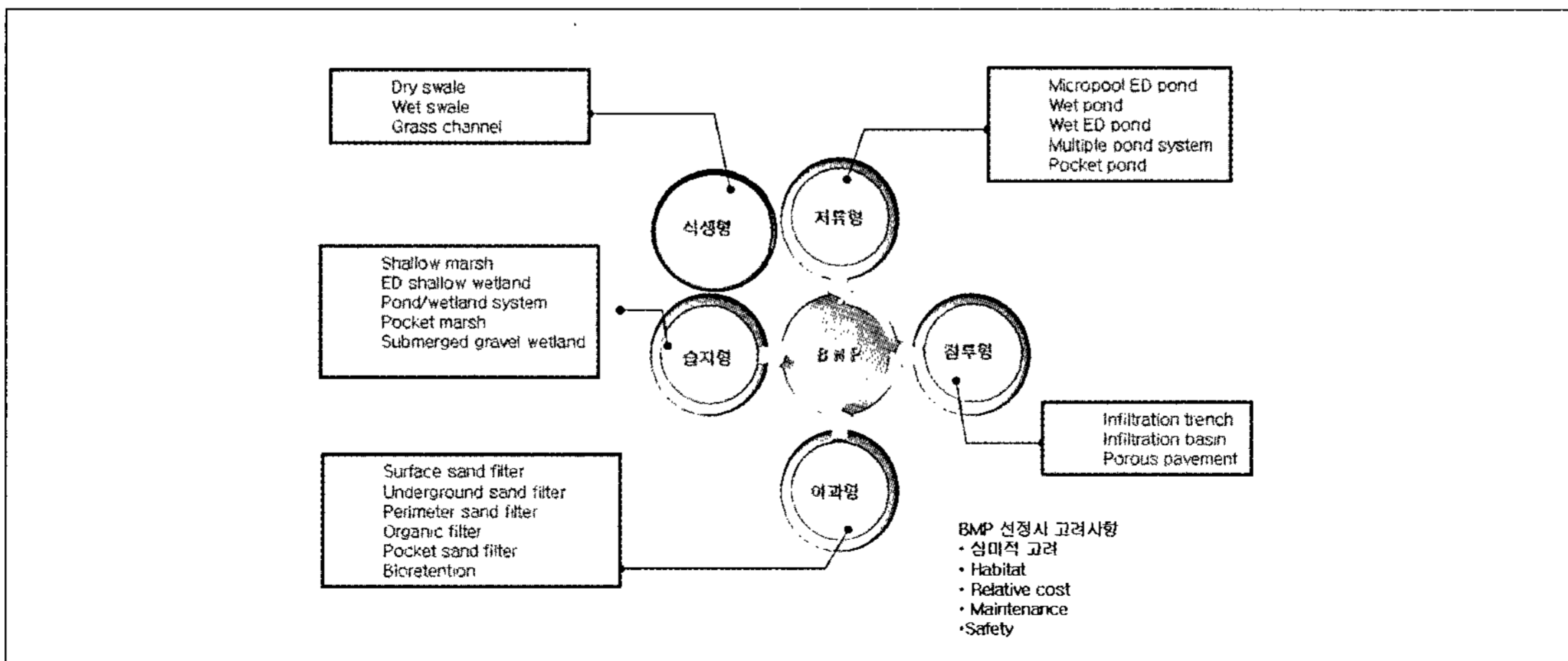


그림 2. 비점오염물질 처리시설 종류

유출수의 저류시간을 연장하기 위해 필요한 공간 또는 얇은 늪지 등으로 구성된 시설을 의미한다. 환경부 (2003)에서 제시된 저류시설의 종류에는 유출부 소규모 연못 형성 이중목적 저류지, 연못형 저류지, 연못형 이중목적 저류지, 다단계 저류지, 소규모 저류지 등이 있다.

저류시설의 시설규모를 결정하기 위하여 최대저류량을 산정한다. 최대저류량은 평균강우량을 통하여 산정되며 아래 Guo and Urbonas (1995)의 회귀방정식을 이용하여 얻을 수 있다.

$$P_0 = (a \cdot C) \cdot P_{2.5} \quad (1)$$

여기서, P_0 = 최대저류량(mm)

a = 배출시간을 고려한 회귀상수(표 4)

C = 유역의 유출계수(식 3.2.2)

$P_{2.5}$ = 유역의 평균강우량(mm)(최소 2.5 mm 이상의 강우에 대한 평균)

$$C = 0.858i^3 - 0.78i^2 + 0.774i + 0.04 \quad (2)$$

여기서, i = 유역의 불투수율(%)

저류시설은 비점오염물질을 줄이는 가장 일반적인 시설로서 강우유출수를 저류하고 하천으로의 유입량을 조절함으로써 홍수 방재기능도 할 수 있다. 저류시설의 종류는 크게 유역의 말단부에 위치하여

표 4. 최대저류량 산정을 위한 a 계수의 값

구분	저류량의 배출시간		
	12시간	24시간	48시간
a	1,109	1,299	1,545

출처 : Guo and Urbonas (1995)

배출된 강우유출수를 조절할 수 있도록 설치된 개발지 밖의 저류시설(off-site retention)과 유역 내의 강우유출수가 우수지나 하천으로 유입되기 전에 일시적으로 저류하도록 하는 개발지 내의 저류시설(on-site retention)로 분류할 수 있다. 개발지 내의 저류시설로는 공원, 학교 운동장, 광장과 같은 공공 시설에 설치된 저류시설, 주차장과 주택 사이에 설치된 저류시설이 있다.

저류지는 주택, 상가, 공업지역에서 광범위하게



그림 3. 주차장 식생저류지

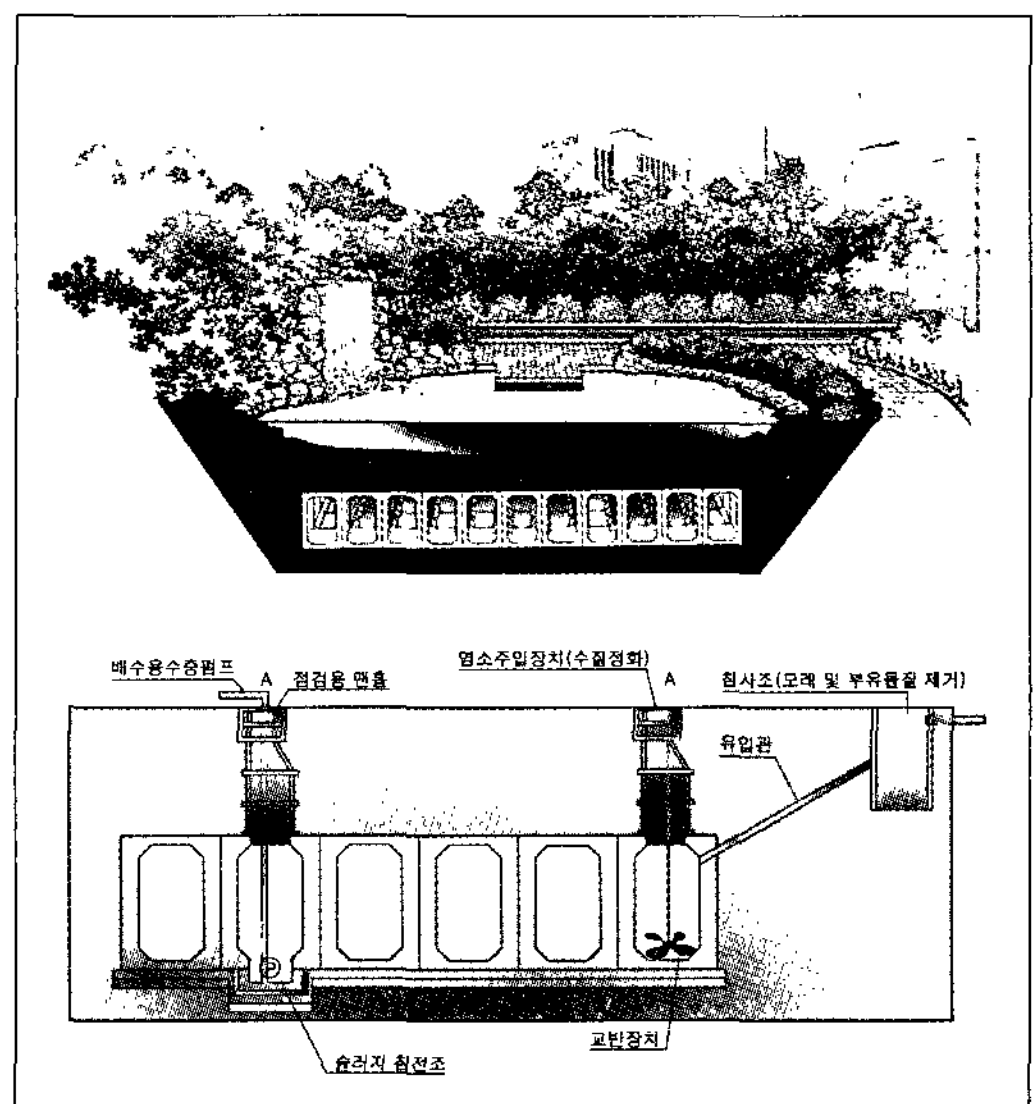
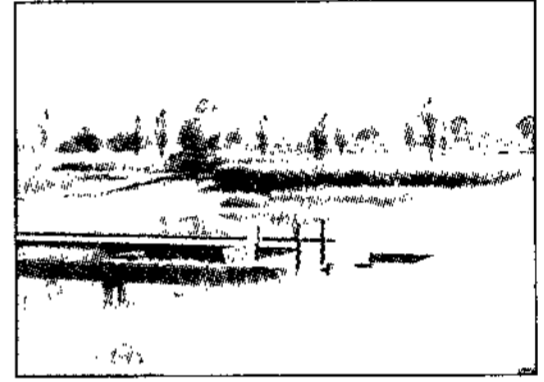
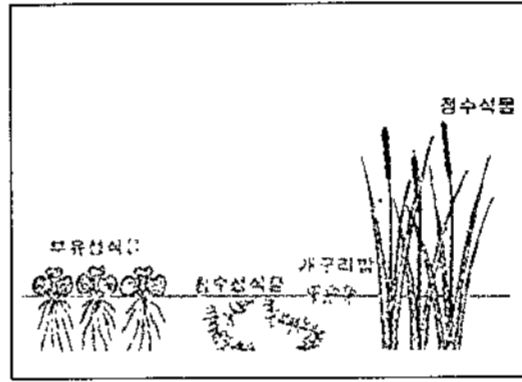
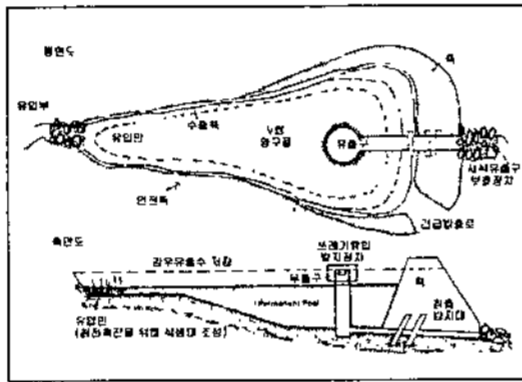


그림 4. 지하저류조 개요도



그림 5. 저류연못



(a) 인공습지 조감도

(b) 인공습지 평면도 및 식재

(c) 인공습지 전경

그림 6. 인공습지

사용될 수 있으나 용존성 오염물질 제거에는 한계가 있어 저밀도 거주 지역에 단독으로 사용되는 것보다는 불투수성 표면이 많고 침전물, 중금속, 탄화수소가 다량 발생하는 상업지역에 보다 적합하다. 그림 3은 주차장 식생저류지를 나타내고 있다. 그림 4는 지하저류조의 개요도를 나타내고 있다.

여 강우유출수의 유속을 줄여 부유고형물의 침전량을 증가시킨다. 그림 5는 저류연못을 나타내고 있으며 그림 6은 인공습지를 나타내고 있다. 그림 7은 강우유출수 중의 비점오염물질이 식물, 미생물, 침전물 등에 의해서 변형되거나 방출되는 것을 보여주고 있다.

2) 인공습지(Constructed Wetlands)

미국, 캐나다에서는 연못이나 하수처리장에서 오폐수를 처리한 후 고도처리를 위해 인공습지를 활용하고 있으며 유럽은 생물학적 처리를 위해 인공습지를 활용한다. 습지에서는 침전·여과·흡착·미생물 분해, 식물에 의한 포획 등 종합적인 처리과정이 이루어짐으로써 퇴적물, 영양물질, 기름, 박테리아, 금속류 등 다양한 오염물질이 제거된다. 총부유물질(TSS), 납, 암모니아, 총인, 아연 등을 제거하기 위하

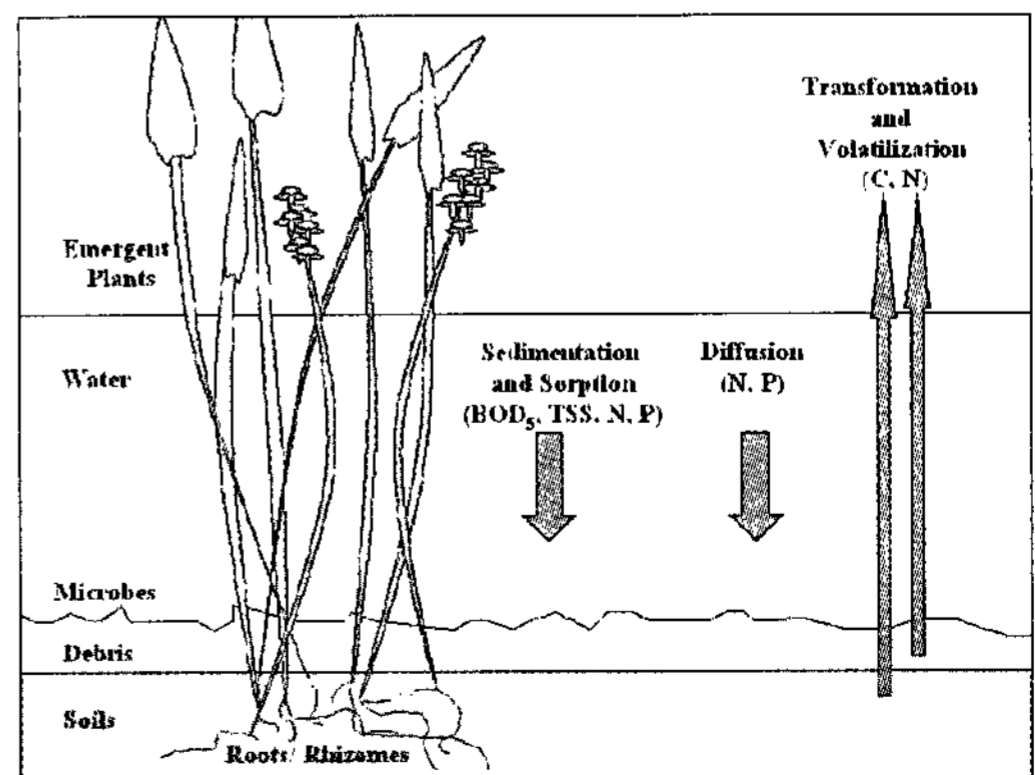


그림 7. 습지 내의 식물 및 미생물에 의한 오염물질 제거

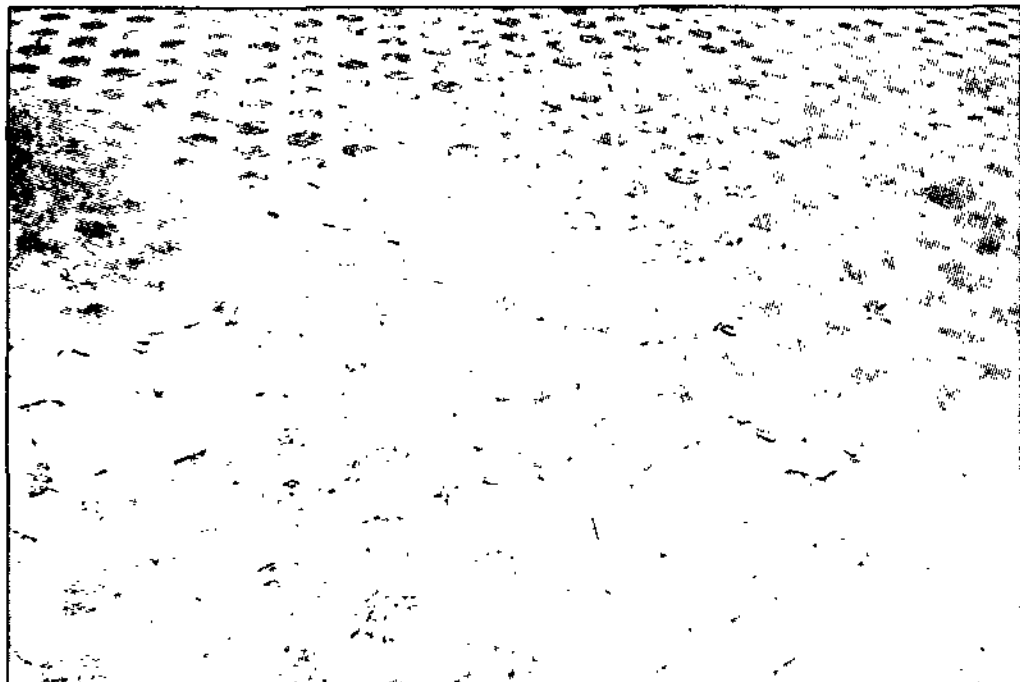


그림 8. 식생/투수성포장이 적용된 주차장

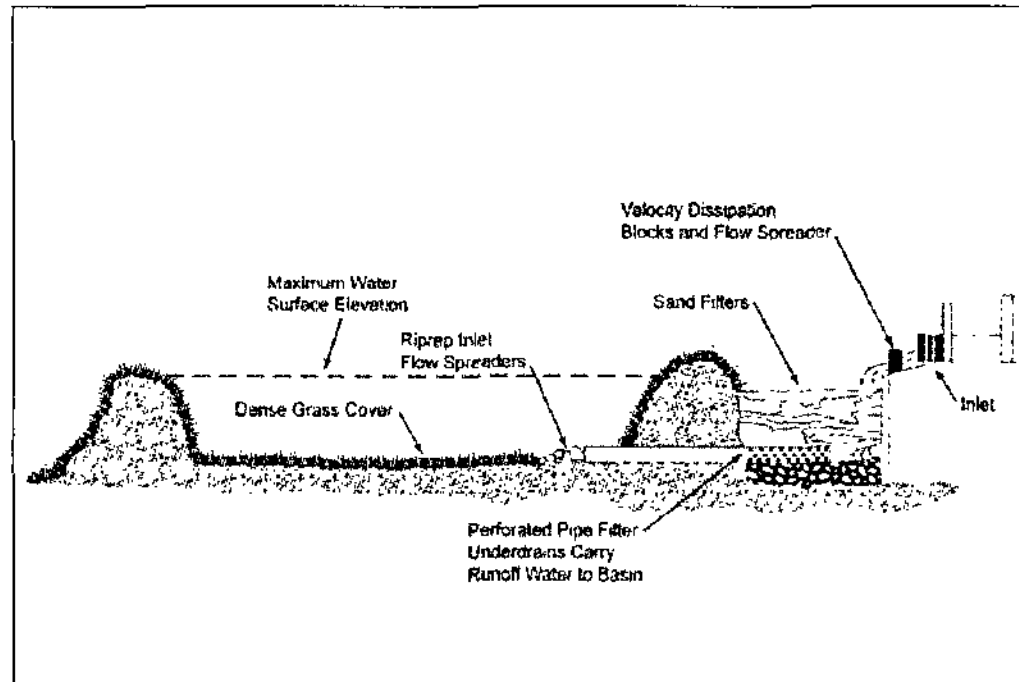


그림 9. 모래여과시설을 갖춘 침투도랑

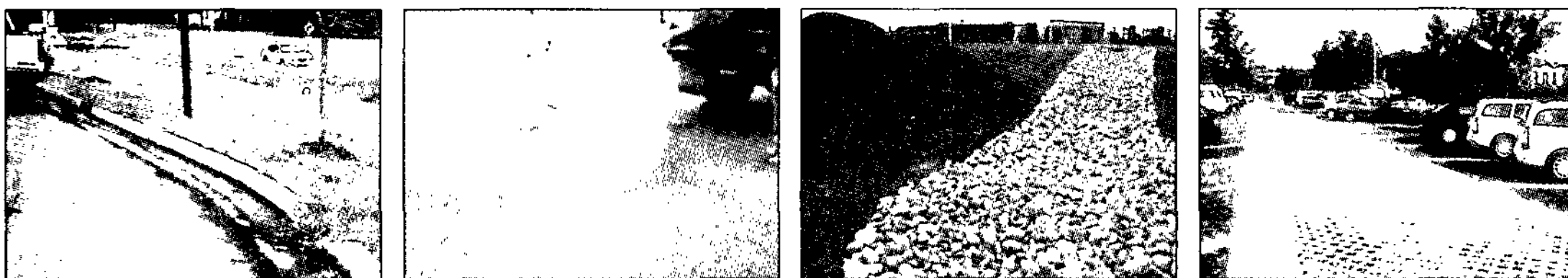


그림 10. 도로 침투시설

3.3 침투형시설

침투형 시설은 토양을 통해 강우유출수를 지하로 침투시키기 위한 시설로서 지하수를 재충전할 수 있고 배수를 위한 우회로가 불필요하지만 관리가 미흡하면 침전물로 인해 공극이 폐색되고 지하수가 오염될 우려가 있다. 부유성 침전물과 부유쓰레기, 박테리아 등은 효과적으로 제거되나 용존성 영양물질의 제거에는 큰 효과가 없어 지하수를 통해 수계로 배출될 수도 있다. 그림 8은 식생/투수성포장으로 시공된 주차장을 나타내고 있다. 그림 9는 미국 환경보전국에서 제시한 모래여과시설을 갖춘 침투도랑을 나타내고 있다. 그림 10은 도로에 적용된 침투형시설을 나타내고 있다.

현재 비점오염처리관련 연구기관에서 다양한 투과 포장시스템을 개발하고 있다. 도로에서의 비점오

염을 막기 위해 기존의 콘크리트와 아스팔트 포장재료의 대안으로 투과 포장시스템은 비점오염 침투를 임시의 저장 공간을 두어 허용한다. 만약 투과 포장시스템이 정확하게 설계되고 이행된다면 비점오염의 일부를 침투시켜 하수구로 바로 흘러 들어가는 것을 막음으로써 비점오염을 막을 수 있을 것이다. 그림 11은 다양한 투과 포장시스템을 보여주고 있다.

3.4 식생형시설

식생형 시설은 비점오염물질을 저감하고 침투유량을 조절함으로써 홍수억제에 기여할 뿐만 아니라 동·식물 서식공간을 제공하고 녹지경관으로 기능하는 장점이 있으며 크게 식생수로와 식생여과대가 있다. 강우시 토양침식을 줄이기 위해 수로에 식생을 도입한 식생수로(grassed swale)는 부유고형물

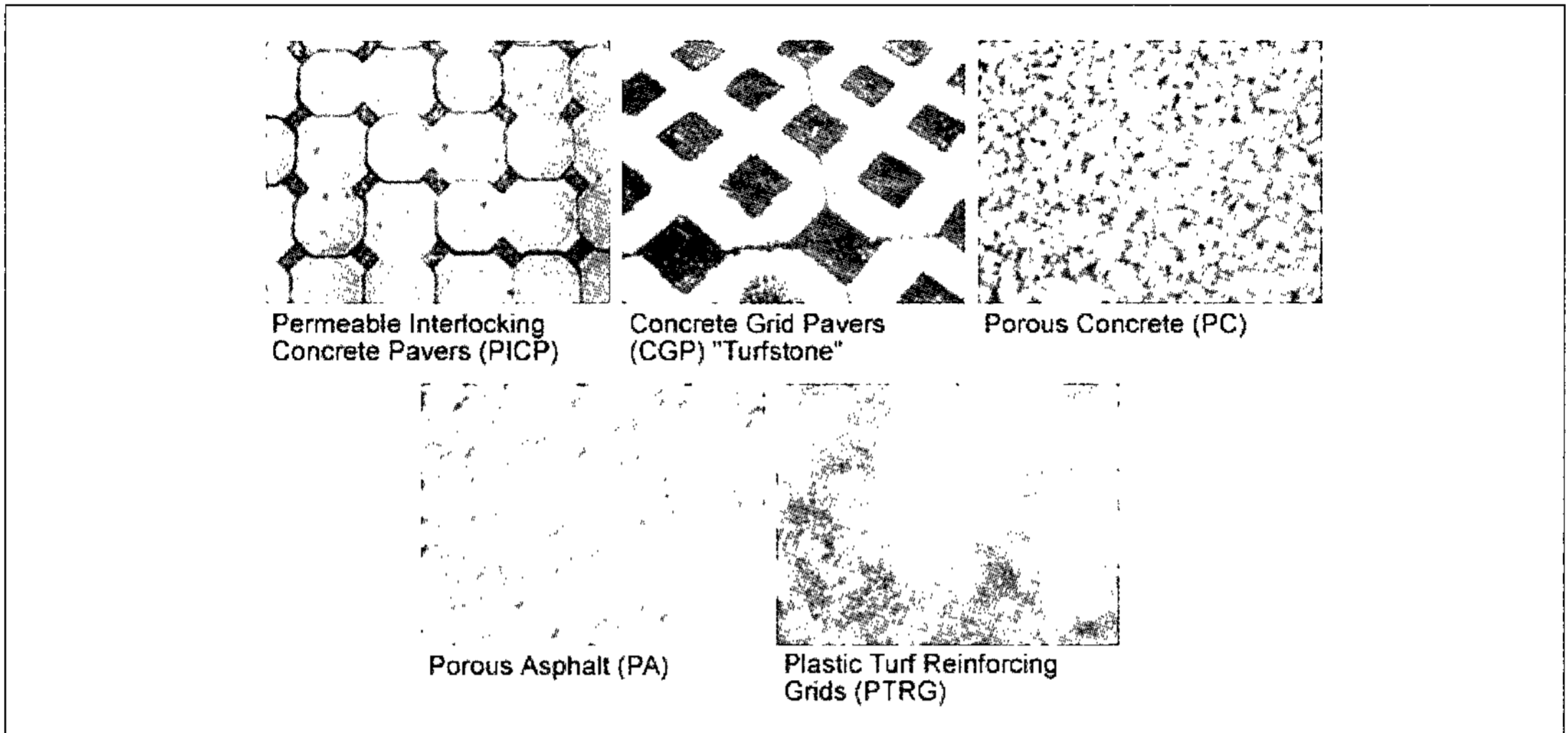


그림 11. 투과 포장시스템

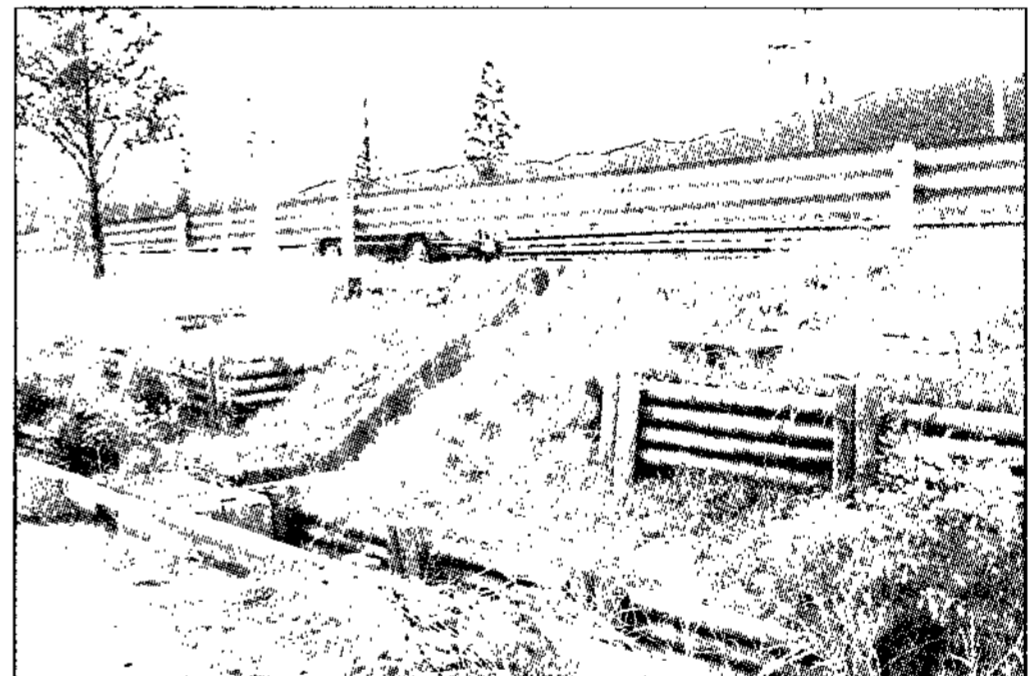
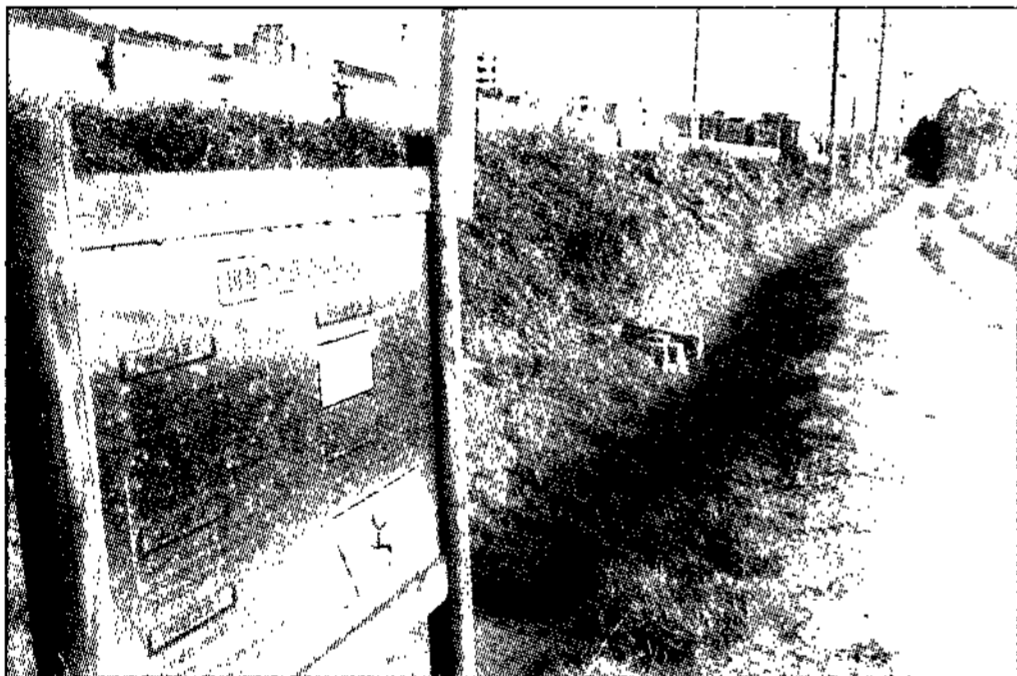


그림 12. 식생수로

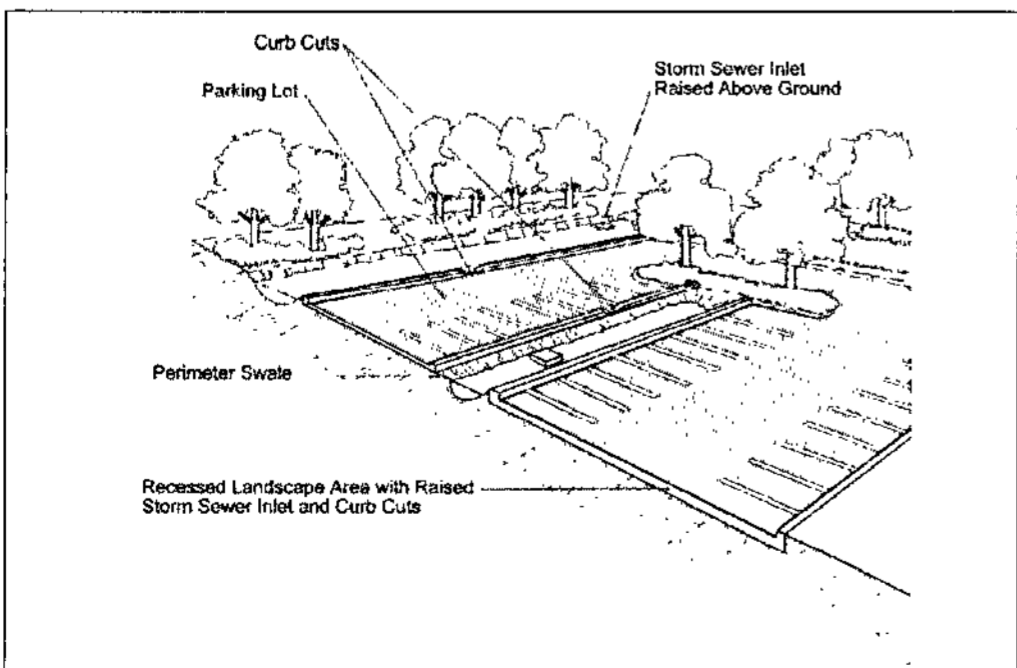


그림 13. 주차장 식생수로 설치도

과 금속 등 오염물질의 제거에 효과적이며 침투기능을 통해 박테리아도 제거할 수 있으나 용존성 영양물질의 제거효율은 낮다. 강우유출수가 식생여과대(vegetated filter strips)를 거치면서 유속이 낮아짐에 따라 오염물질이 여과, 흡착, 중력침전으로 제거되는데 식생여과대는 강우유출수가 여과대 면을 균일하게 흐른다면 오염물질 제거에 매우 효과적이다. 지역 내 녹지대가 부족한 경우 하천변의 자연 습지대를 이용한 식생여과대 조성을 권장한다. 그림 12는 식생수로를 나타내고 있다. 그림 13은 미국 노스캐롤라이나 주의 강우유출수의 최적관리방안에 제시된 주차장 식생수로 개요도를 나타내고 있다.

3.5 장치형시설

장치형시설은 물리·생물학적 원리를 이용한 장치를 이용하여 비점오염물질을 처리하는 시설로서 협잡물, 부유물질, 박테리아, 용존 유기물질 등 제거에 효과가 있으며 다른 시설 또는 관거와 연계 설치하여 처리효율을 높일 수 있다. 모래를 이용한 여과시설, M-Filter, Stormfilter, Stormsys, 아쿠아필터, CDS시스템, Downstream Defender 등 장치형 시설이 있다. 장치형시설의 규모를 결정하기 위한 설계 강수량은 해당지역의 강우빈도 및 유출수량 및 오염도 분석에 따른 식감목표량, 정책적인 식감목표량, 관련 규정 등에 따라 달리 설정할 수 있다. 별도의 규정이 없는 경우 일반적으로 다음과 같이 합리식과 환경부 제정 「하수도 시설기준」의 유출계수를 이용하여서도 해당지역의 강우유출수량을 산정할 수 있으며 별도의 설계기준이 없는 경우 해당지역의 80% 확률의 강우강도를 설계 강우강도로 설정한다.

$$Q = 1/360 C \cdot I \cdot A \quad (3)$$

Q: 계획 강우유출수량(m³/sec)

C: 유출계수

I: 80% 확률 강우강도(mm/hr)

A: 배수면적(ha)

1) 여과시설

여과시설은 강우유출수를 집수조 등에서 차집한 후 모래, 토양, 발포고분자여재 등의 여과재를 통해 여과하여 비점오염물질을 저감하는 시설이다. 여과시설은 고형물을 침전시키기 위한 우수집수장치와 여과실로 구성되어 있다. 강우유출수는 우수집수장치로 유입되어 용량이 차면 모래가 채워진 여과실로 월류되며 여지를 통과하여 여과실 바닥의 유출관으로 배출된다. 오염물질의 제거능력을 증가시키기 위하여 자연적 또는 인위적인 저류시설과 조합될 수 있다. 모래여과는 다양한 입경의 모래로 구성된 여과층과 여과된 물을 배출하기 위한 자갈층으로 구성되어 있다. 오염물질의 제거는 주로 여과매체를 통한 오염물질 거름작용, 모래층 상부에서의 침전작용 및 전처리 연못에 의해 수행된다. 여과조와 발포고

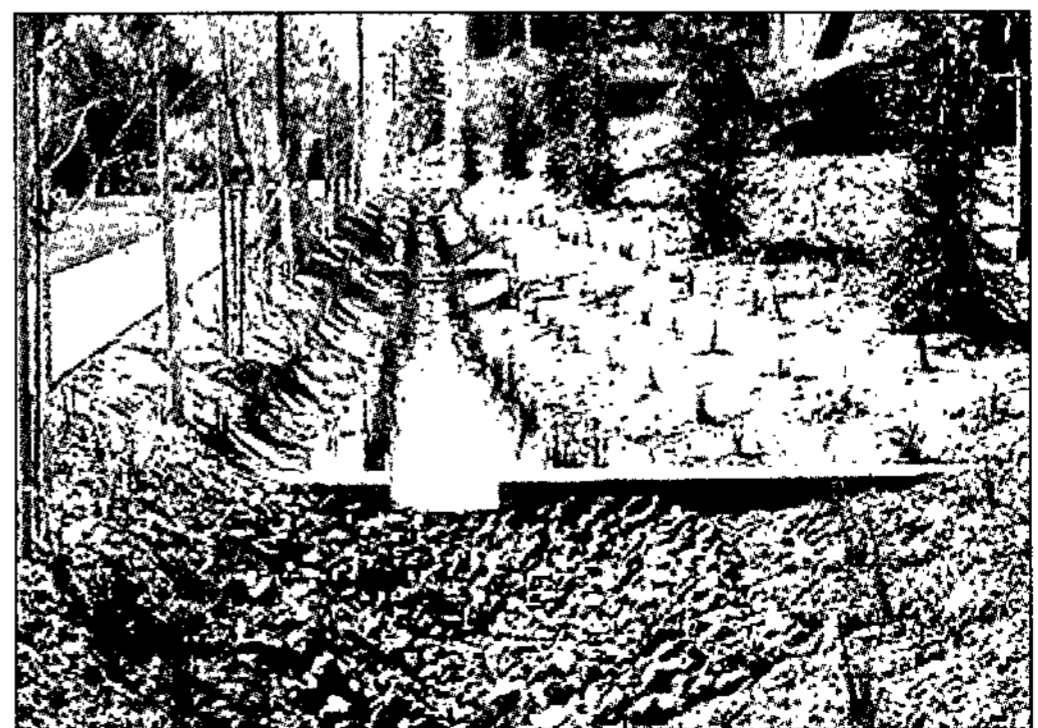


그림 14. 모래여과시설

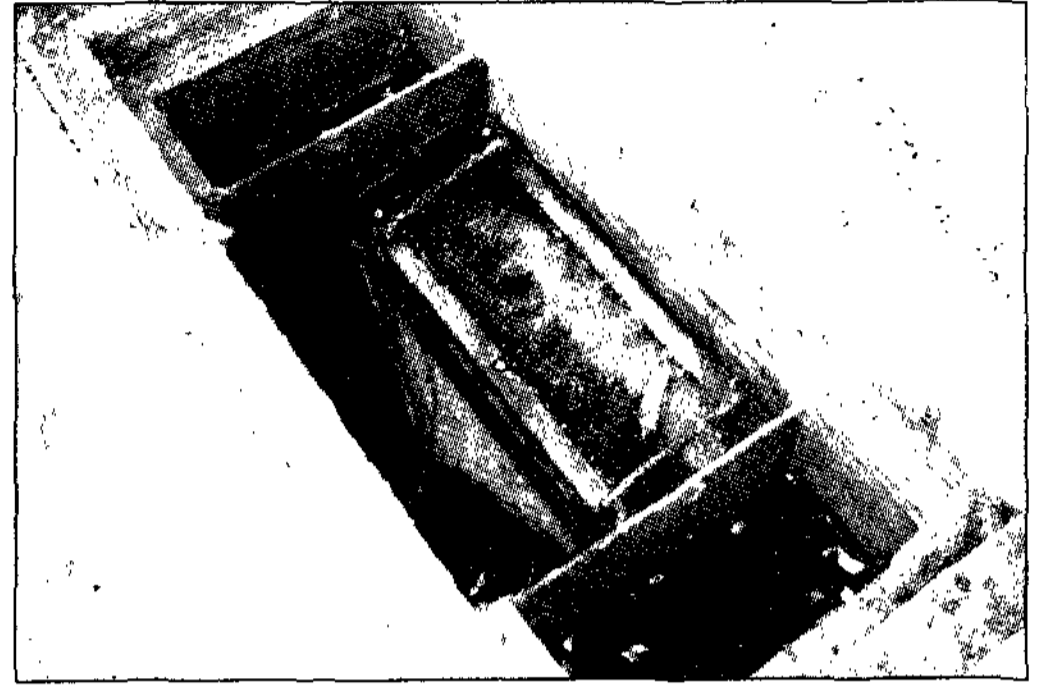
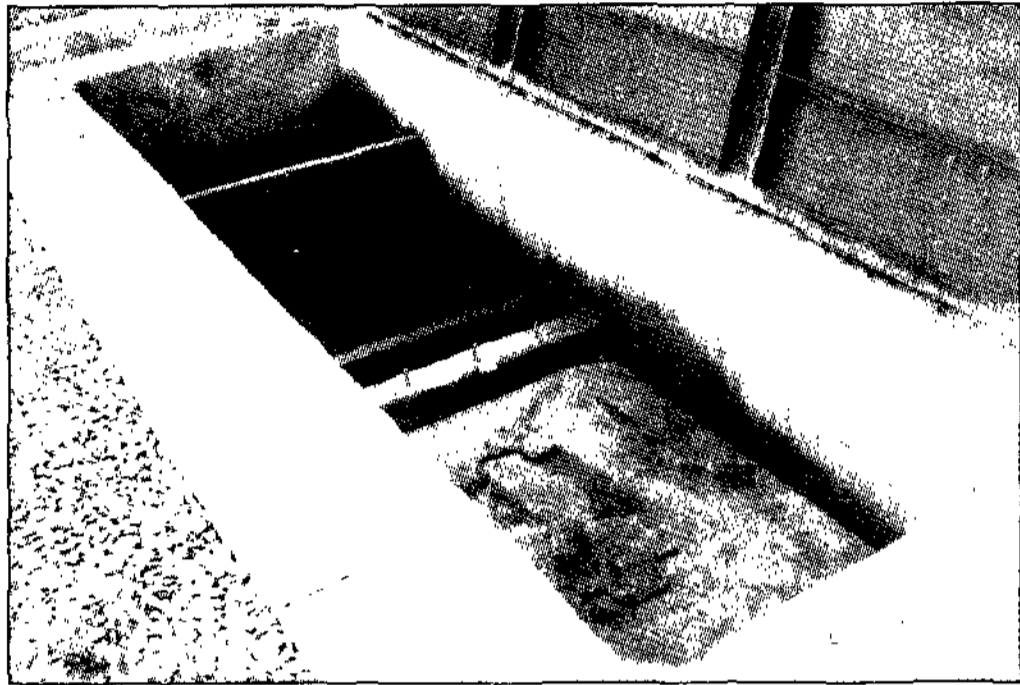


그림 15. 고분자여재여과시설

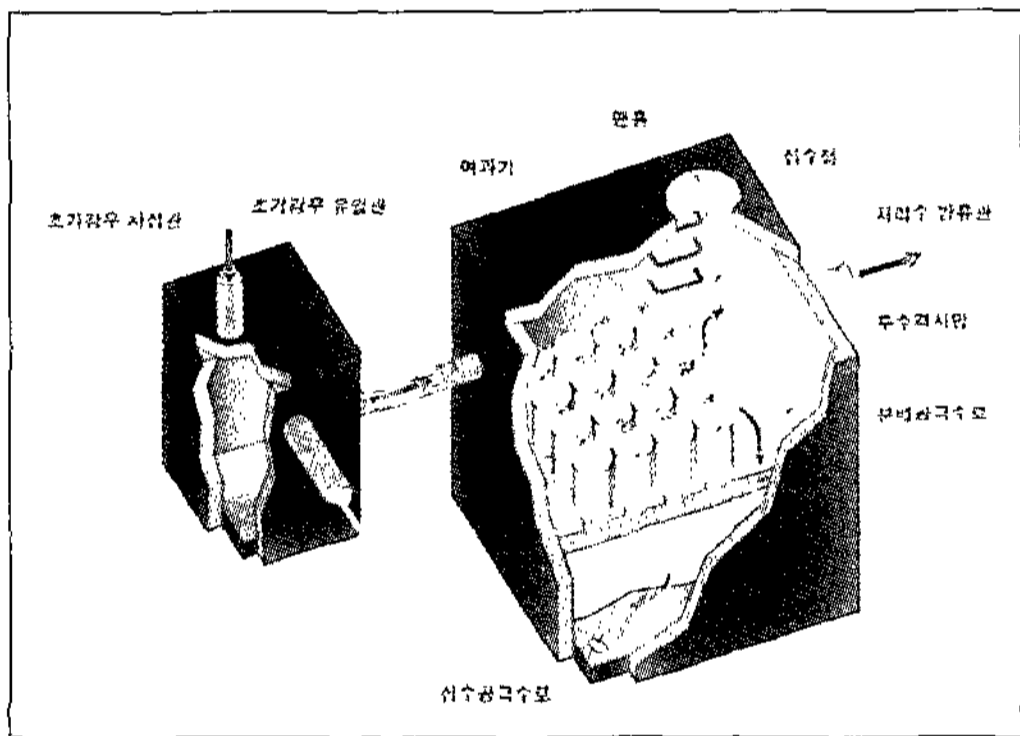


그림 16. M-Filter

분자여재를 이용하는 경우에는 수계 오염의 주된 요인인 100 μ m 이하의 미세입자를 효과적으로 제거할 수도 있다.

2) M-Filter

M-Filter는 오염된 물속의 부유물질과 용존물질을 제거하는 기술로서 복개구조물 내에 상소하대공극필터층, 투수적자망 및 월류수여과기를 수직적으로 결합시킨 시설이다. 오염도 높은 도로상의 초기우수를 분리·차집하여 필터층 상부 저류공간에 저장하고 모래층과 자갈층을 통과하면서 부유물질과 용존유기물질을 분해한다.

3) Stormfilter

콘크리트의 구조물 내부에 카트리지형 여과기를 다수 설치하여 부유물질과 용존물질을 제거하며 미처리된 우수는 월류·방류시키는 시설이다. 여과기

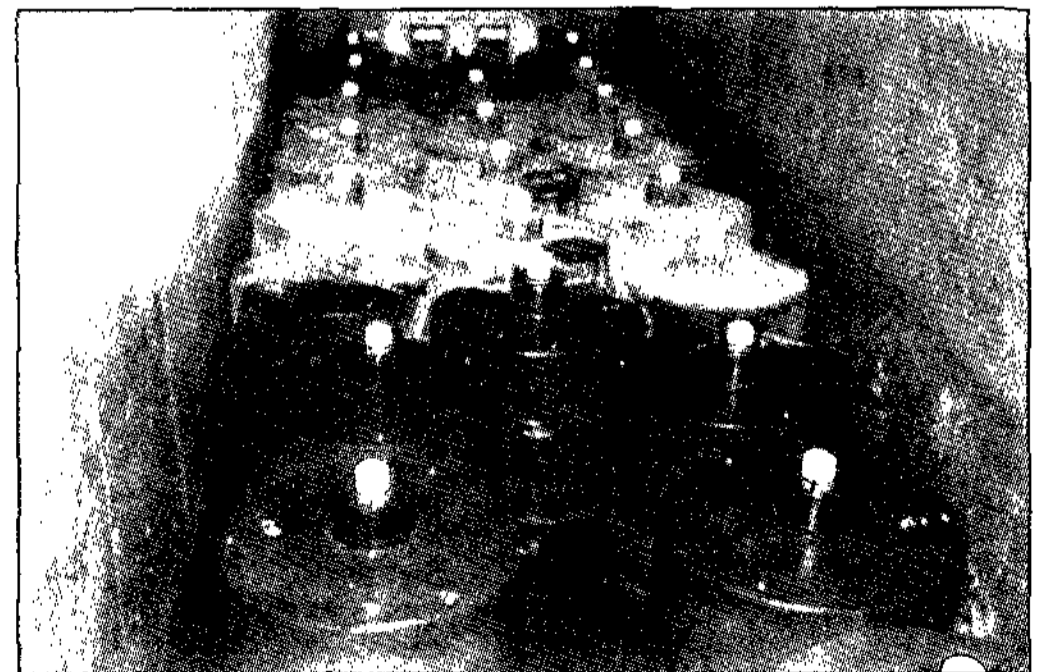
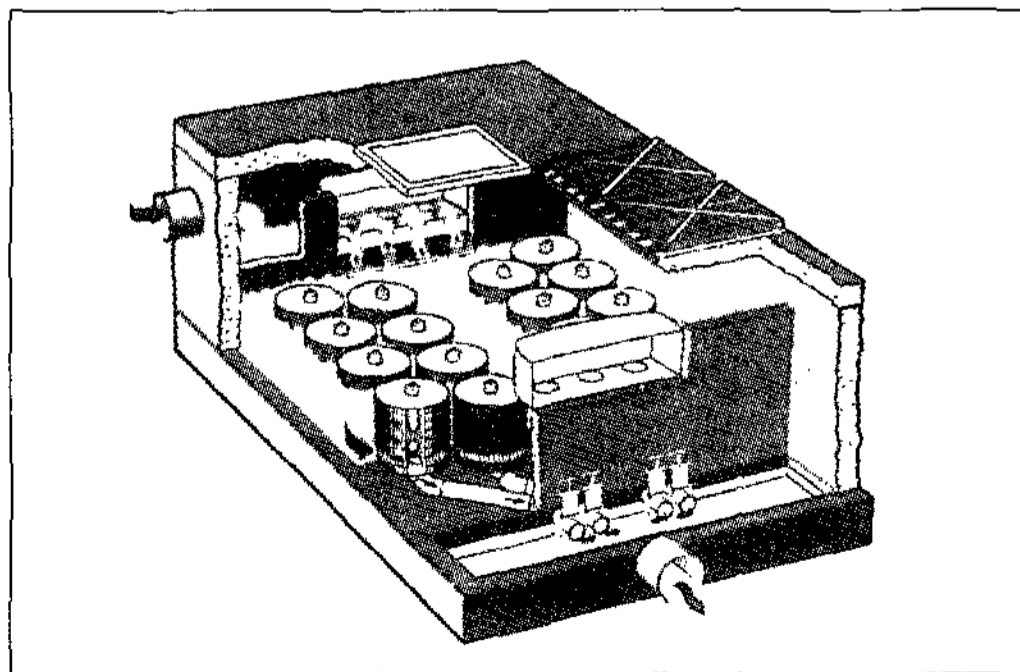


그림 17. Stormfilter

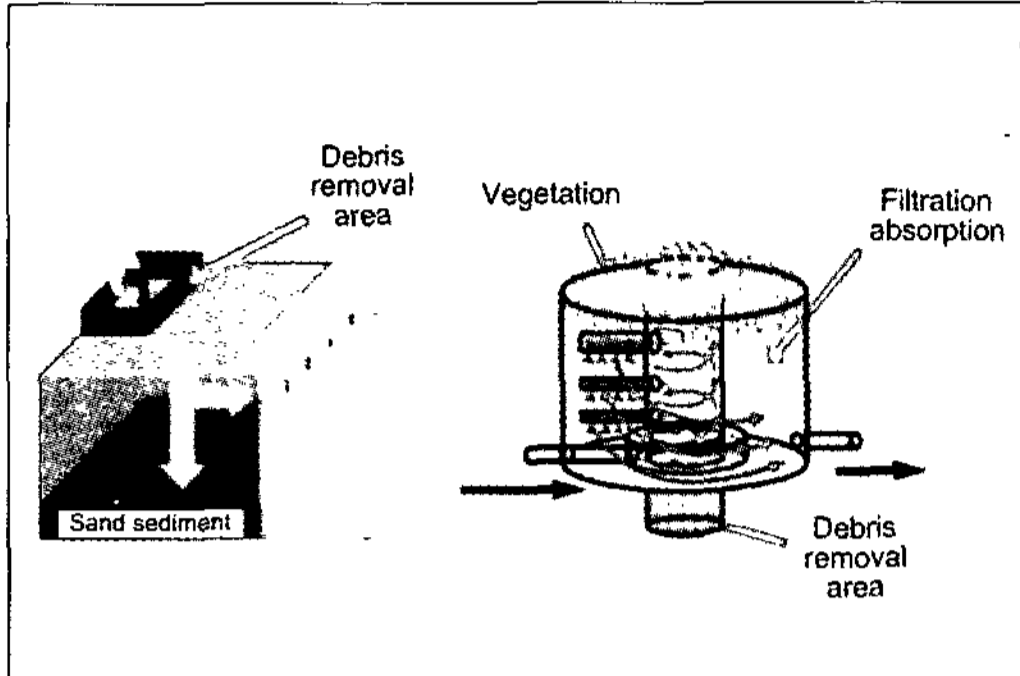


그림 18. Stormsys

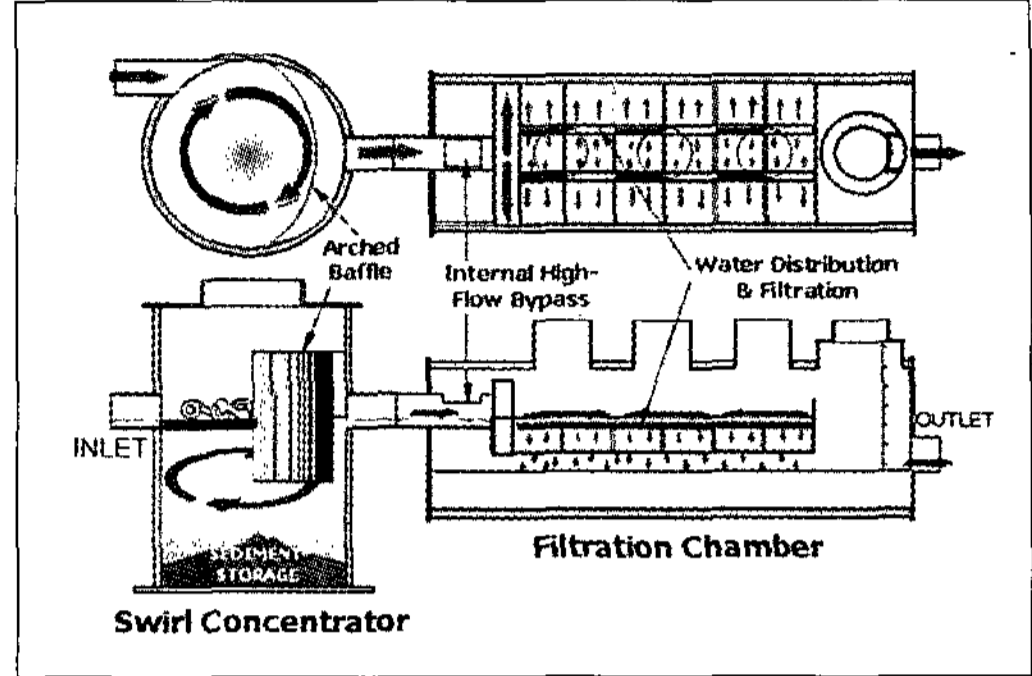


그림 19. 아쿠아필터

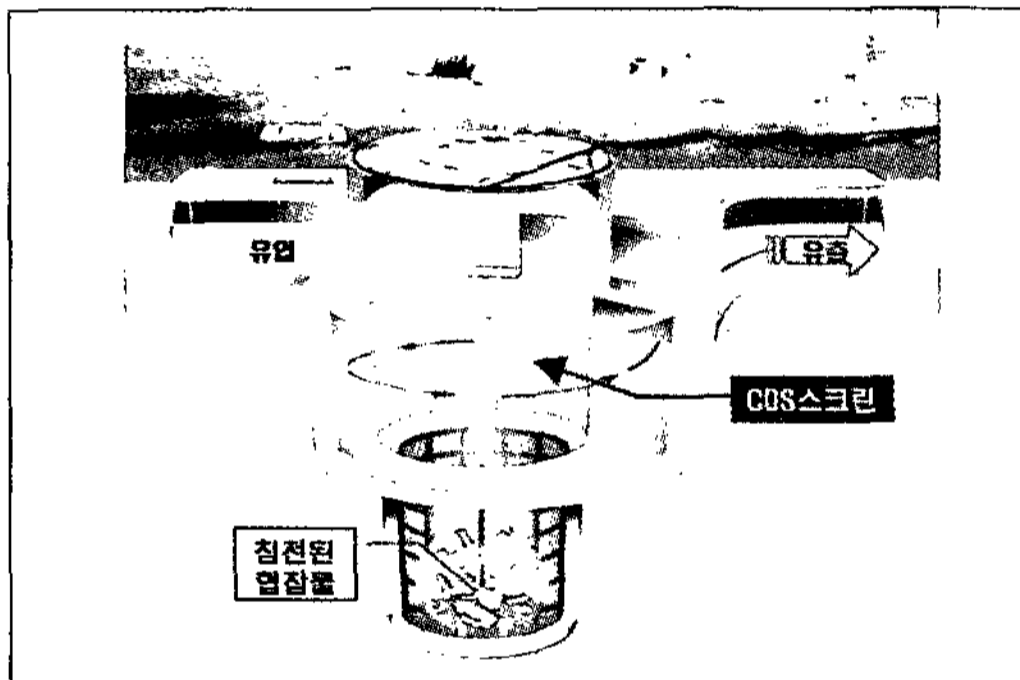


그림 20. CDS시스템 모식도

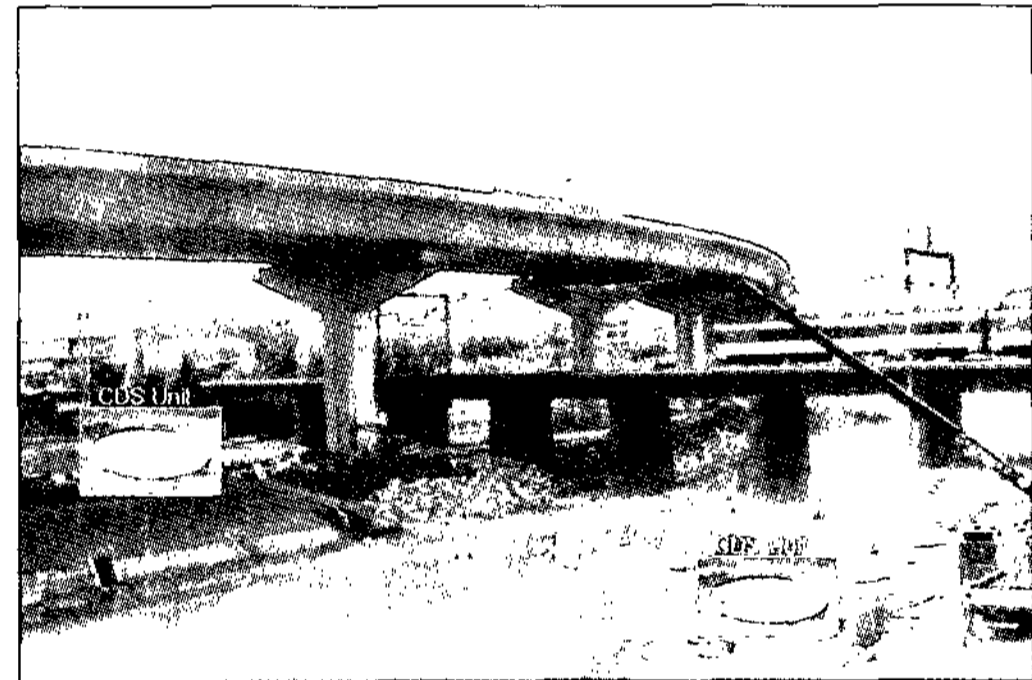


그림 21. CDS시스템 설치도

에는 다양한 종류의 여재층진으로 다양한 수질에 적용이 가능하다.

4) Stormsys

Catch basin과 package type의 여과시설을 설치하여 도로 상의 초기우수 내 비점오염물질을 처리하는 시설이다. Catch basin은 초기강우의 저류, 스크린에 의한 협잡물, 토사 및 부유물질을 제거하며 package 내에는 미디어, 오물수거망, 식재식물이 구성되어 있어 용존성물질 및 유기물질을 여과·흡착한다.

5) 아쿠아필터

접선방향으로 들어 온 우수를 선회류식 침사탱크에서 부유물 및 침전물을 전처리하고 배플 하단부로 통과한 우수를 여재에 통과시켜 유기물질, 인, 질소 및 중금속 등을 2차적으로 처리하는 시설이다.

6) CDS시스템

고형물을 포함한 유체가 스크린에 연속편향분리되므로써 오염수중의 직경 0.5 mm 이상의 고형물을 분리하는 장치이다. CDS시스템은 CDS스크린, 볼텍스 중력침강, 필터여과로 구성되어 있다. 맨홀 형태의 구조물에 원통형 편향스크린을 설치하여 유입수의 협잡물을 제거하고 분리된 협잡물은 맨홀중앙부의 밑으로 낙하시킨다.

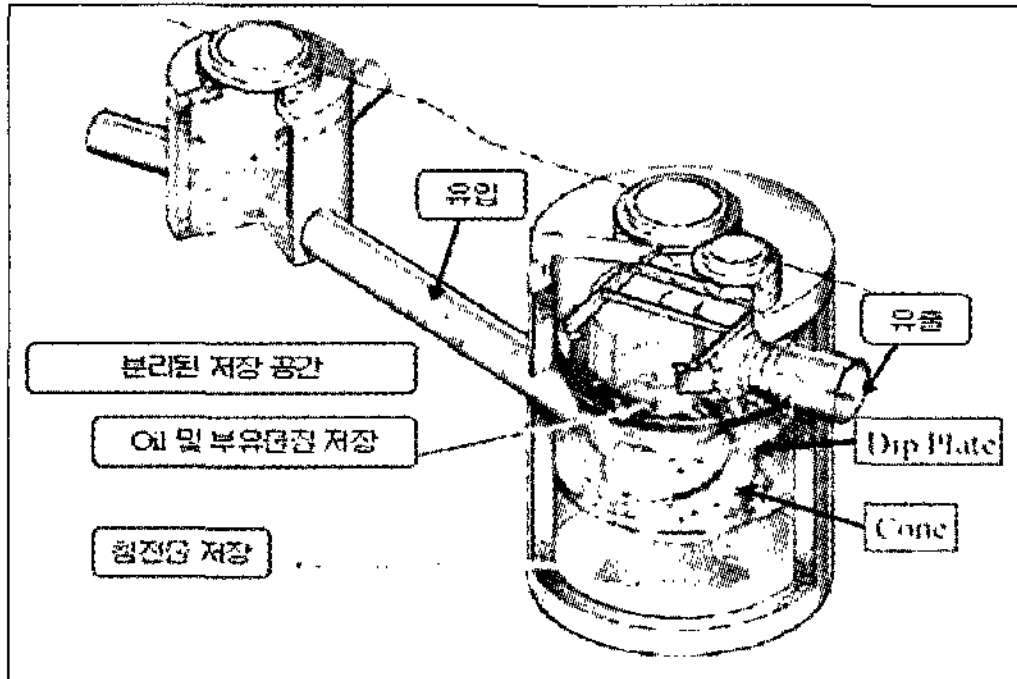


그림 22. Downstream Defender

7) Downstream Defender

볼텍스 현상을 이용한 무동력 시설로서 침전물과 부유물을 제거할 수 있도록 선회류분리기를 설치하였으며 분리부분과 침전부분을 따로 분리하여 유출수에 침전물이 섞여나가는 현상을 방지한다.

참고 문헌

1. 건설교통부 (2007), "국토시설관련 비점오염원의 최적관리 방안 연구", 한국건설기술연구원, 연구보고서
2. 김이호, 이정훈, 이상호 (2005), "학교 우수저류침투시설의 실시간 모니터링 및 원격제어", 한국물환경학회·대한상하수도학회 공동춘계학술발표회논문집, pp. 595-599.
3. 김형준 (2005), "도시지역 비점오염물질 저감을 위한 초기우수처리시설의 여재특성", 단국대학교, 박사학위논문.
4. 박정환, 서규태, 박영미, 박현건, 이춘식, 홍성철, 허성남, 양성울 (2005), "상업지역 비점오염원의 오염물질 배출 특성에 관한 연구", 대한환경공학회 2005 춘계학술연구 발표회논문집, pp. 1146-1148.
5. 오재일, 박상우, 최영화 (2005), "도로 노면 유출수의 비점오염원 배출 특성 - 기본 수질 항목", 대한상하수도학회·한국물환경학회 2005공동 추계학술발표회 논문집, pp. 430-435.
6. 정용준, 유재홍, 최종두, 김순흠, 임기성 (2005), "한강 수계 비점오염원관리시설 시범 설치(1)", 대한상하수도학회·한국물환경학회 2005공동 추계학술발표회 논문집, pp. 102-105.
7. 정하익, 박종식, 이용수, 정인미, 정광식 (2007), "와류필터형 비점오염 처리시설의 합류식 하수관거 적용사례", 2007 한국지반공학회 가을학술발표회 논문집, pp. 1709-1712.
8. 최지용, 신창민 (2002), 비점오염원 유출저감을 위한 우수유출수 관리방안, 한국환경정책평가연구원.
9. 최지용 (1996), 외국 하천의 회생사례와 정책의 시사점, 한국환경기술개발원.
10. 환경부 (2003), 비점오염관리를 위한 강우유출수 관리 매뉴얼.
11. 환경부 (2005), 비점오염원관리 업무편람.
12. 환경부 (2006), 비점오염원관리 업무편람.
13. 환경관리공단 (2004), 2004년도 한강수계 비점오염원 관리시설 시범설치사업 기본 및 실시설계 보고서.
14. 황병기 (2005), "강우시 도시지역 비점오염원 유출특성 분석 -홍제천 상류 유역을 중심으로-", 환경영향평가, 제14권, 제2호, pp. 63-73.
15. Caltrans (2003), Construction Site Best Management Practices (BMPs) Manual.
16. Caltrans (2003), Storm Water Pollution Prevention Plan (SWPPP) and Water Pollution Control Program (WPCP) Preparation Manual.
17. Caltrans (2003), Storm Water Pollution Prevention Plan (SWPPP) and Water Pollution Control Program (WPCP) Review Guidance Manual.
18. Ellis, J. B. (1986), Pollutonal Aspects of Urban Runoff. In: Urban Runoff Pollution. Torno HC, Marsalek, J. and Desbordes, M. (eds.) NATO ASI Series, Springer-Verlag, Berlin. pp. 1-38.

19. Franklin Soil and Water Conservation District (2007), The Urban Review Sediment & Erosion Control Information Newsletter, Vol. 5, Issue 1, pp. 1-4.
20. Guo, C. Y., and Urbonas, B. R. (1995), Special Report to the Urban Drainage and Flood Control District on Stormwater BMP Capture Volume Probabilities in United States, Denver, Co.
21. Internation Erosion Control Association (2002), Stormwater Quality Specialist Review.
22. Mainstone, C. P., and Schofield, K. (1996), "Agricultural management for nonpoint pollution control, with particular reference to the UK. Eur.", Water Pollut. Control 6:21-29.
23. NCDWQ (2007), Stormwater Best Management Practices Manual, North Carolina Division of Water Quality.
24. Sonzogni, W. C., Chesters, G., Coote, D. B., Jeffs, D. N., Konard, J. C., Ostry, R. C., and Robinson, J. B. (1980), "Pollution from land runoff", Environ. Sci. Technol. 14, pp. 148~153.
25. Tamoto N, Yoshida T, and Fujiu K. (2005), "Characteristics of Non-point Pollution Runoff from Urban Areas", 대한상하수도학회 · 한국물환경학회 2005공동 추계학술발표회 논문집, pp. 24-28.
26. Winkler, E., and Guswa, S. (2002), Stormwater Management, Annual Conf. on Watershed Conservation, Amherst, MA.
27. US EPA (1983), Results of the Nationwide Urban Runoff Program, Final Report, Water Plann. Div. Washington, D.C.
28. US EPA (1993), Techniques for Tracking, Evaluating, and Reporting the Implementation of Nonpoint Source Control Measures – Urban.
29. US EPA (1994), Section 319 Nonpoint Source Success Stories.
30. US EPA (1997), Section 319 Nonpoint Source Success Stories.
31. US EPA (2001), National Management Measures to Control Nonpoint Source Pollution from Marinas and Recreational Boating, EPA 841-B-01-005.
32. US EPA (2002), Section 319 Nonpoint Source Success Stories.
33. US EPA (2003), National Management Measures to Control Nonpoint Source Pollution from Agriculture, EPA 841-B-03-004.
34. US EPA (2005), National Management Measures to Control Nonpoint Source Pollution from Forestry, EPA 841-B-05-001.
35. US EPA (2005), National Management Measures to Control Nonpoint Source Pollution from Urban Areas, EPA 841-B-05-004.
36. US EPA (2006), National Management Measures to Control Nonpoint Source Pollution from Hydromodification, Draft.
37. 国土交通省都市·地域整備局下水道部 (2000), 市街地のノンポイント対策に関する手引き(案).
38. 国土交通省河川局下水道部 (2006), 湖沼水質のための流域対策の基本的考え方~非特定汚染源からの負荷対策