



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0035535
(43) 공개일자 2020년04월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C02F 9/00 (2006.01) C02F 1/00 (2006.01)
C02F 1/28 (2006.01) C02F 3/00 (2006.01)
C02F 3/20 (2006.01) C02F 3/32 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C02F 9/00 (2013.01)
C02F 1/008 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0114665

(22) 출원일자 2018년09월27일

심사청구일자 2018년09월27일

(71) 출원인

동산콘크리트산업(주)

경기도 용인시 처인구 한터로 205 (고림동)

주식회사 케이씨 리버텍

충청남도 예산군 오가면 좌분양막로 388-5 ()

(72) 발명자

전진용

경기도 광주시 회안대로 637-36 , 202동 1704호(탄벌동, 경남아너스빌 2단지)

김봉균

경기도 여주시 세종로 68-18, 반석빌 506호(창동)
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 케이투비

전체 청구항 수 : 총 4 항

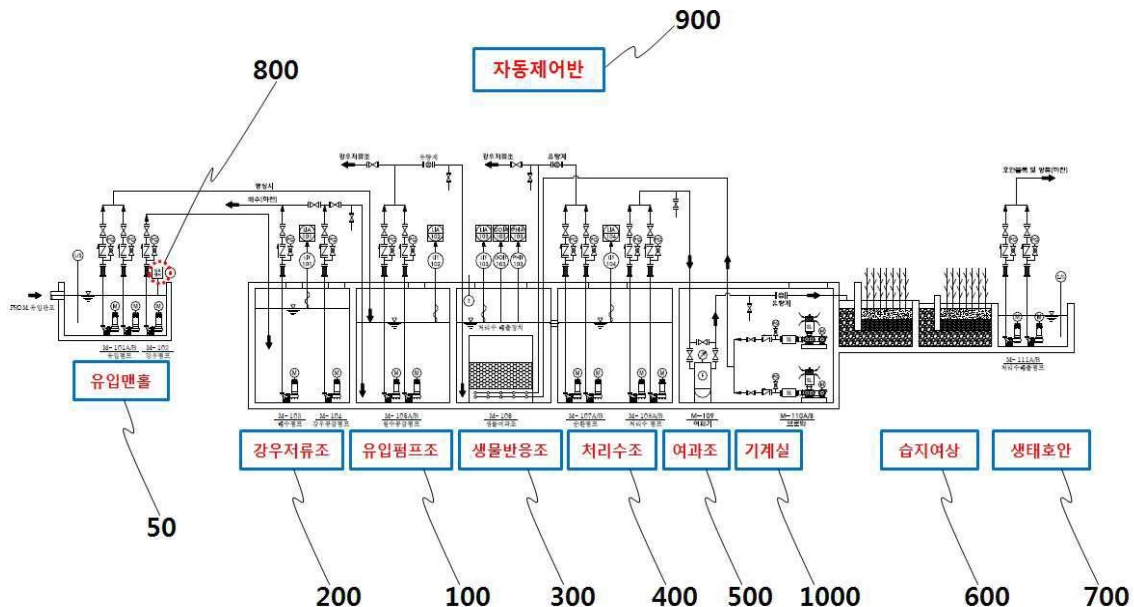
(54) 발명의 명칭 수변공간을 활용한 오염부하 저감 및 차단시스템

(57) 요약

본 발명은 수변공간을 활용한 오염부하 저감 및 차단시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 그동안 방치되거나, 여가 시설로만 이용되어온 중소형 하천의 하천 둔치 등 수변공간을 활용하여 하천으로 유입되는 오염 물질을 저감 및 차단함으로써, 하천 생태계의 환경을 개선시키기 위한 것이며, 이를 위하여 수변공간에 여러 수질정화기

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



술을 융복합하여 설치하여 개선 효과를 높이고, IT 기술을 활용하여 강우시에는 강우유출수를 저류하여 처리하고 비강우시에는 오염된 하천수를 처리하는 등 각 시설을 제어하고, 통합적으로 운영할 수 있는 자동제어반을 적용함으로써, 사계절 운영 가능하여 경제성이 높은 수변공간을 활용한 오염부하 저감 및 차단 기술에 관한 것이다.

본 발명을 통해, 강우시와 비강우시 모두 운전이 가능하여 경제적이며, 수생태계의 연속성과 건강성 회복을 위한 수질개선, 생태유량 확보 및 생태공간 조성을 제공하게 된다.

즉, 사계절 운영이 가능한 다기능 정화시설 구축으로 하천 환경을 개선하는 효과를 제공하는 것이다.

(52) CPC특허분류

C02F 1/281 (2013.01)

C02F 3/006 (2013.01)

C02F 3/20 (2013.01)

C02F 3/32 (2013.01)

(72) 발명자

박준석

경기도 여주시 소양로27번길 9, 리치하우스 305호(하동)

원희재

강원도 원주시 지정면 가곡로 50, 1003동 501호(원주 롯데캐슬 더퍼스트)

이명훈

경기도 광명시 신촌로15번길 8-11(소하동)

이준현

경기도 용인시 기흥구 연원로42번길 2, 113동 1201호(마북동, 연원마을 삼호.벽산아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 18SCIP-B066720-07-000000

부처명 국토교통부

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 물관리연구사업

연구과제명 수변공간을 활용한 오염부하 저감 및 차단 융복합 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 동산콘크리트산업 주식회사

연구기간 2018.03.01 ~ 2018.10.25

명세서

청구범위

청구항 1

수변공간을 활용한 오염부하 저감 및 차단시스템에 있어서,

강우시, 비점 오염원을 포함하고 있는 강우유출수를 유입시키며, 비강우시, 오염된 하천수를 유입시키기 위한 유입펌프조(100);와,

강우시, 상기 유입펌프조로부터 강우유출수를 제공받아 저류하기 위한 강우저류조(200);와,

비강우시, 오염하천수를 제공받아 생물학적 처리를 통한 오염물질 제거시키며, 강우시, 강우저류조에서 저류하여 부유 물질이 제거된 오염수를 제공받아 생물학적 처리를 통한 오염물질 제거시키기 위한 생물반응조(300);와,

상기 생물반응조와 오염수의 반복된 이송, 순환과 폭기를 위한 처리수조(400);와,

상기 생물반응조 및 처리수조에 의해 처리된 오염수를 습지여상에 제공하기 전에 1차적으로 여과시키기 위한 여과조(500);와,

상기 여과조로부터 여과된 오염하천수 혹은 강우유출수를 제공받아 자연정화시키며, 오염 물질의 흡착 및 여과를 수행하기 위한 습지여상(600);과,

유용미생물을 활용하여 다공성 콘크리트로 제조되며, 상기 습지여상으로부터 오염하천수 혹은 강우유출수를 제공받기 위한 생태호안(700);과,

강우를 감지하여 감지된 강우 정보를 자동제어반으로 제공하기 위한 강우센서(800);와,

상기 강우센서로부터 강우 정보를 획득하면, 강우유출수를 유입펌프조로 유입되도록 제어하기 위한 자동제어반(900);을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 수변공간을 활용한 오염부하 저감 및 차단시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,

자동제어반(900)은,

유입펌프조(100), 강우저류조(200), 생물반응조(300), 처리수조(400), 습지여상(600) 및 생태호안(700)의 수중 펌프의 작동 여부와 생물반응조와 습지여상의 폭기 및 역세를 위한 블로어의 작동 여부와 유량계, 강우센서의 동작을 제어 및 측정하는 것을 특징으로 하는 수변공간을 활용한 오염부하 저감 및 차단시스템.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 습지여상(600)에 충전된 여재는,

SiO₂, CaO 등의 구성 성분으로 질소 및 인 흡착이 우수한 입상형 발포여재를 사용하며, 여재의 직경은 약 5 ~ 10mm인 것을 특징으로 하는 수변공간을 활용한 오염부하 저감 및 차단시스템.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 생태호안(700)은,

유용미생물을 활용하여 다공성 콘크리트로 제조되며, 습지여상으로부터 오염하천수 혹은 강우유출수를 제공받는 것을 특징으로 하는 수변공간을 활용한 오염부하 저감 및 차단시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 수변공간을 활용한 오염부하 저감 및 차단시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 그동안 방치되거나, 여가 시설로만 이용되어온 중소형 하천의 하천 둔치 등 수변공간을 활용하여 하천으로 유입되는 오염 물질을 저감 및 차단함으로써, 하천 생태계의 환경을 개선시키기 위한 것이며, 이를 위하여 수변공간에 여러 수질정화기술을 융복합하여 설치하여 개선 효과를 높이고, IT 기술을 활용하여 강우시에는 강우유출수를 저류하여 처리하고 비강우시에는 오염된 하천수를 처리하는 등 각 시설을 제어하고, 통합적으로 운영할 수 있는 자동제어반을 적용함으로써, 사계절 운영 가능하여 경제성이 높은 수변공간을 활용한 오염부하 저감 및 차단 기술에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 경제협력개발기구(OECD)는 2008년에 발표한 '2030 환경전망보고서(OECD Enviromental Outlook to 2030)'을 통해 기후변화, 물 부족 등 환경문제가 미래에 더욱 심화될 것이며 이에 대비한 정책이 취해지지 않는다면 그에 따른 경제, 사회적 비용이 막대할 것이라 경고하였고 새로운 정책이 마련되지 않는다면 전 세계 온실가스 배출량은 2030년에는 37%, 2050년에는 52%까지 증가하여 지구의 평균온도가 2050년에는 산업화 전 수준에 비해 1.7~2.4℃까지 상승할 수 있다고 예상하였다.
- [0003] 또한, 이러한 지구의 온도증가는 폭염, 가뭄, 폭풍, 홍수 등 자연재해의 증가를 초래하여 주요 인프라 시설과 농업 생산량에 심각한 피해를 가져올 수 있으며, 경작지와 인프라 시설이 늘어나고 기후변화가 가속화되면서 2030년에는 상당수의 동식물이 멸종될 것으로 우려하였다.
- [0004] 이러한 생물다양성의 손실은 경제 성장과 인간복지를 뒷받침하는 생태계 서비스에 영향을 미칠 것이며 현재의 지속가능하지 못한 물 관리와 기후변화로 물 부족은 더욱 심화될 것으로 전망된다.
- [0005] 2030년 물 무족이 극심한 지역에 사는 인구는 현재보다 10억 명이 더 증가하여 총 39억명이 넘을 것으로 예측되어 현재 안정적으로 확보할 수 있는 공급량을 40%나 초과하는 양이다.
- [0006] 세계인구의 약 1/3은 물 수요가 공급량을 50% 이상 초과하는 극심한 물 부족 지역(유역)에 거주하며, 개선되더라도 수급 격차의 약 20%만 해소될 것으로 보인다고 예측하였다.
- [0007] 도시화 측면에서 1960년대 이후 급속히 도시지역으로 인구가 집중되면서 도시화율이 2005년에 90%를 초과하였다.
- [0008] 전 세계적으로 2009년 현재 발전된 국가에서는 75%의 인구가, 덜 발전된 국가에서는 45%의 인구가 도시에 거주하고 있는데 2050년에는 발전된 국가와 덜 발전된 국가에 거주하는 인구가 각각 86%, 66%로 증가할 전망이다. 그 결과 2050년에 도시에 거주하는 세계 인구의 비율은 69%로 치솟을 것으로 보인다.
- [0009] 이와 같이 도시에 인구가 집중될수록 필요로 하는 물의 양이 늘어나며 이들이 배출하는 오염물질의 양도 함께 증가하기 때문에 도시의 물 관리는 더욱 어려워질 것이 자명하다.
- [0010] 인구가 천만이 넘는 대형 도시인 Megacity의 수는 2009년 21개에서 2015년에는 35개로 늘어나 이후에는 더욱 증가할 것으로 예상된다.
- [0011] 또한, 도시화로 인한 불투수층이 증가함에 따라 강우 시 도시 지역에서의 유출속도가 증가하고 지하수 침투가 감소하는 등 물 순환의 건전성이 악화되고 있다.
- [0012] 서울시의 경우, 불투수면이 1962년 7.8%에서 2006년에는 47.5%로, 2014년에는 54.4%로 상승하였고 1960년대에 비해 2000년대의 홍수 시 지표유출량은 약 6배 증가하였으며 같은 기간 동안 서울시의 갈수기 일평균 유출량은 절반으로 감소하였다.

- [0013] 현재와 같은 도시화와 토지개발이 계속될 경우에는 강우 시 침투유량이 증가하여 하천이 침식되고 기저유량이 감소하여 하천의 건천화가 가속화될 것으로 예측된다.
- [0014] 이와 같이, 최근 지구온난화 등 기후변화로 인하여 하천환경에 커다란 변화가 발생될 것으로 예상되며, 기후변화 대비 하천 수변공간을 활용한 저탄소 수변공간조성 및 저탄소 수질/수생태계 복원 기술 개발 미흡한 상황이다.
- [0015] 이에 국가발전 패러다임인 물 관련 녹색성장 실현을 위한 기후변화 대응 전략 수립, 하천환경계획을 통한 수변공간조성 등의 사업이 활발히 추진되므로, 하천공간 효율성을 높일 수 있는 수변공간 연계형 수질정화 및 생태복원 기술개발 필요한 실정이다.
- [0016] 4대강 살리기 사업을 통하여 발생할 수 있는 정체수역 발생, 하천의 부영양화로 인한 수질악화 등에 대한 융복합 기술개발 미흡, 또한 4대강 살리기 사업 후의 지속가능한 수질관리 대책 필요, 다양한 하천복원사업을 위한 현장적용 가능한 자연정화기술 개발이 필요하다.
- [0017] 하천수질 개선분야에 있어서도 기존에 주로 오염원 제어를 통한 단편적인 수질개선기술이라면 앞으로 개발되어야 할 기술은 하천구역 내 다양한 생태적, 환경적 기작을 활용하여 자정기능을 향상시킬 수 있는 직접정화기술이 요구되며, 이는 저탄소 녹색성장이라는 정책 방향에 잘 부응할 수 있는 기술이나, 하천 내 수변공간을 활용한 오염물질 유입 저감이나 차단할 수 있는 국내 기술 및 공법 개발이 미미한 실정이다.
- [0018] 물관리 분야의 다양한 국책사업 및 이상기후 변화에 대응하기 위하여 하천환경 복원의 패러다임이 변화되었고 하천환경 분야(수질개선 생태복원 등)의 기술 개발 및 이를 산업화한 해외 진출이 매우 중요해질 전망이다.
- [0019] 과거에는 정부 및 지자체 독점적 사업인 관계상 민간기업들이 참여가 극히 제한되었으나, 정부의 물산업의 구조개편을 통한 경쟁력 강화 및 산업 육성의 정책에 따라 민간부분에 많이 시장 참여 기회가 제공될 것으로 판단된다.
- [0020] 이에 하천 오염부하의 실질적 저감이 가능하고 입지조건에 제한이 적어 활용도가 높은 경제적인 다기능 자연정화공법 개발 필요 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0021] (특허문헌 0001) (선행문헌) 대한민국등록특허공보 제10-1192404호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0022] 종래에는 하천의 수질개선을 위한 비점오염저감시설, 우수저류시설 등의 기술은 하천 제방의 안쪽인 체내지에 주로 설치되어 왔다.
- [0023] 따라서, 체외지에 속한 하천둔치 등의 공간은 방치되어 오거나 여가시설, 주차장 등으로 주로 이용되고 있는 실정이다.
- [0024] 또한, 종래의 대부분 시설은 강우시만 운영하거나 또는 비강우시에만 운영함으로써 투자대비 효율성이 낮을 뿐만 아니라, 대형하천 위주로 설치되어 도시 내 중소규모의 하천은 방치되고 있는 실정이다.
- [0025] 이에 국토의 효율적인 이용과 중소규모 하천으로의 오염물질 유입을 저감 및 차단하여 수질환경 개선을 위한 새로운 기술 개발이 요구된다고 할 수 있다.
- [0026] 따라서, 본 발명은 상기 종래의 문제점을 해소하기 위해 안출된 것으로,
- [0027] 본 발명의 목적은 수변공간에 설치 가능한 다기능 저류지, 모듈형 습지여상, 정화용 생태호안공법을 융복합하여 하천의 오염물질을 효과적으로 처리하여 제거효율을 높이고 통합 운영이 가능한 자동제어반을 구성하여 자동 운영 및 원격 제어함으로써 강우시, 비강우시 모두 운전이 가능한 경제적인 수변공간을 활용한 오염부하 저감 및 차단 시스템을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0028] 본 발명이 해결하고자 하는 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 일실시예에 따른 수변공간을 활용한 오염부하 저감 및 차단시스템은,
- [0029] 강우시, 비점 오염원을 포함하고 있는 강우유출수를 유입시키며, 비강우시, 오염된 하천수를 유입시키기 위한 유입펌프조(100);와,
- [0030] 강우시, 상기 유입펌프조로부터 강우유출수를 제공받아 저류하기 위한 강우저류조(200);와,
- [0031] 비강우시, 오염하천수를 제공받아 생물학적 처리를 통한 오염물질 제거시키며, 강우시, 강우저류조에서 저류하여 부유 물질이 제거된 오염수를 제공받아 생물학적 처리를 통한 오염물질 제거시키기 위한 생물반응조(300);와,
- [0032] 상기 생물반응조와 오염수의 반복된 이송, 순환과 폭기를 위한 처리수조(400);와,
- [0033] 상기 생물반응조 및 처리수조에 의해 처리된 오염수를 습지여상에 제공하기 전에 1차적으로 여과시키기 위한 여과조(500);와,
- [0034] 상기 여과조로부터 여과된 오염하천수 혹은 강우유출수를 제공받아 자연정화시키며, 오염 물질의 흡착 및 여과를 수행하기 위한 습지여상(600);과,
- [0035] 유용미생물을 활용하여 다공성 콘크리트로 제조되며, 상기 습지여상으로부터 오염하천수 혹은 강우유출수를 제공받기 위한 생태호안(700);과,
- [0036] 강우를 감지하여 감지된 강우 정보를 자동제어반으로 제공하기 위한 강우센서(800);와,
- [0037] 상기 강우센서로부터 강우 정보를 획득하면, 강우유출수를 유입펌프조로 유입되도록 제어하기 위한 자동제어반(900);을 포함하여 구성됨으로써, 본 발명의 과제를 해결하게 된다.

발명의 효과

- [0038] 본 발명에 따른 수변공간을 활용한 오염부하 저감 및 차단시스템은,
- [0039] 강우시와 비강우시 모두 운전이 가능하여 경제적이며, 수생태계의 연속성과 건강성 회복을 위한 수질개선, 생태유량 확보 및 생태공간 조성을 제공하게 된다.
- [0040] 즉, 사계절 운영이 가능한 다기능 정화시설 구축으로 하천 환경을 개선하는 효과를 제공하는 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0041] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 수변공간을 활용한 오염부하 저감 및 차단시스템의 전체 구성도이며, 도 2는 오염부하 저감 흐름도이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 수변공간을 활용한 오염부하 저감 및 차단시스템의 기능성 습지여상이 모듈형 구조를 가지되, 충전된 여재는 stainless의 재질의 직사각형의 mesh망으로 제조된 case 내부에 채워 넣어 모듈화한 사진 예시도이며, 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 수변공간을 활용한 오염부하 저감 및 차단시스템의 외형 사진 예시도이며, 도 5는 EM의 생물막 형성 과정 예시도이며, 도 6은 일반적인 정화용 생태 호안을 나타낸 예시도이며, 도 7은 습지여상의 전체 사진 예시도이며, 도 8은 정화용 생태호안 사진 예시도이며, 도 9는 강우시 강우유출수, 비강우시 하천수의 배출 흐름 예시도이다.
- 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 수변공간을 활용한 오염부하 저감 및 차단시스템에 의해 수질 개선 효과를 나타낸 측정 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0042] 본 발명의 일실시예에 따른 수변공간을 활용한 오염부하 저감 및 차단시스템은,
- [0043] 강우시, 비점 오염원을 포함하고 있는 강우유출수를 유입시키며, 비강우시, 오염된 하천수를 유입시키기 위한 유입펌프조(100);와,
- [0044] 강우시, 상기 유입펌프조로부터 강우유출수를 제공받아 저류하기 위한 강우저류조(200);와,

- [0045] 비강우시, 오염하천수를 제공받아 생물학적 처리를 통한 오염물질 제거시키며, 강우시, 강우저류조에서 저류하여 부유 물질이 제거된 오염수를 제공받아 생물학적 처리를 통한 오염물질 제거시키기 위한 생물반응조(300);와,
- [0046] 상기 생물반응조와 오염수의 반복된 이송, 순환과 폭기를 위한 처리수조(400);와,
- [0047] 상기 생물반응조 및 처리수조에 의해 처리된 오염수를 습지여상에 제공하기 전에 1차적으로 여과시키기 위한 여과조(500);와,
- [0048] 상기 여과조로부터 여과된 오염하천수 혹은 강우유출수를 제공받아 자연정화시키며, 오염 물질의 흡착 및 여과를 수행하기 위한 습지여상(600);과,
- [0049] 유용미생물을 활용하여 다공성 콘크리트로 제조되며, 상기 습지여상으로부터 오염하천수 혹은 강우유출수를 제공받기 위한 생태호안(700);과,
- [0050] 강우를 감지하여 감지된 강우 정보를 자동제어반으로 제공하기 위한 강우센서(800);와,
- [0051] 상기 강우센서로부터 강우 정보를 획득하면, 강우유출수를 유입펌프로 유입되도록 제어하기 위한 자동제어반(900);을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0052] 이때, 상기 자동제어반(900)은,
- [0053] 유입펌프로(100), 강우저류조(200), 생물반응조(300), 처리수조(400), 습지여상(600) 및 생태호안(700)의 수중 펌프의 작동 여부와 생물반응조와 습지여상의 폭기 및 역세를 위한 블로어의 작동 여부와 유량계, 강우센서의 동작을 제어 및 측정하는 것을 특징으로 한다.
- [0054] 이때, 상기 습지여상(600)에 충전된 여재는,
- [0055] SiO₂, CaO 등의 구성 성분으로 질소 및 인 흡착이 우수한 입상형 발포여재를 사용하며, 여재의 직경은 약 5 ~ 10mm인 것을 특징으로 한다.
- [0056] 이하, 본 발명에 의한 수변공간을 활용한 오염부하 저감 및 차단시스템의 실시예를 통해 상세히 설명하도록 한다.
- [0057] 수질오염의 원인이 되는 오염물질을 최초로 생성하는 원인자 또는 원인행위를 수질오염원이라하고, 크게 점오염원과 비점오염원으로 구분한다. 점오염원은 대부분 강우 발생과는 연관이 적으며 하수관, 배수구, 구거, 관정, 축사 등 오염물질의 발생장소 및 유출경로의 확인이 가능한 오염원을 말한다.
- [0058] 비점오염원은 점오염원 이외의 오염원으로 대부분 대상유역에 유출을 유발하는 강우가 도래할 경우에 발생하며, 농지에 살포된 비료 및 농약, 토양침식물, 축사유출물, 대기강하물, 도시지역 먼지 및 쓰레기 등 오염물질의 발생장고 및 유출경로의 확인이 어려운 오염원을 말한다.
- [0059] 비점오염원은 점오염원에 비해 처리하기가 어려워 처리효율이 떨어질 뿐만 아니라 많은 시간과 투자가 필요하다.
- [0060] 비점오염저감시설은 자연형 시설과 장치형 시설로 구분할 수 있으며, 자연형 시설에는 저류시설, 인공습지, 침투시설, 식생형시설이 있다.
- [0061] 저류시설은 강우유출수를 저류하여 침전 등에 의하여 비점오염물질을 줄이는 시설로 저류지, 연못 등을 포함하며, 인공습지는 침전, 여과, 흡착, 미생물 분해, 식생 식물의 의한 정화 등 자연상태의 습지가 보유하고 있는 정화능력을 인위적으로 향상시켜 비점오염물질을 줄이는 시설을 말한다.
- [0062] 침투시설은 강우유출수를 지하로 침투시켜 토양의 여과, 흡착 작용에 따라 비점오염물질을 줄이는 시설로서 유공포장, 침투조, 침투저류지, 침투도랑 등을 포함한다.
- [0063] 식생형시설은 토양의 여과, 흡착 및 식물의 흡착작용으로 비점오염물질을 줄임과 동시에, 동식물 서식공간을 제공하면서 녹지경관으로 기능하는 시설로서 식생여과대와 식생수로 등을 포함한다.
- [0064] 장치형시설로는 여과형 시설, 와류형시설, 스크린형 시설, 응집, 침전 처리형시설과 생물학적 처리형시설이 있다.
- [0065] 여과형 시설은 강우유출수를 집수조 등에서 모은 후 모래, 토양 등의 여과재를 통하여 걸러 비점오염물질을 줄

이는 시설을 말한다.

- [0066] 와류형 시설은 중앙회전로의 움직임으로 와류가 형성되어 기름, 그리스 등 부유성물질은 상부로 부상시키고, 침전가능한 토사, 협잡물은 하부로 침전, 분리시켜 비점오염물질을 줄이는 시설을 말하고, 스크린형 시설은 망의 여과, 분리작용으로 비교적 큰 부유물이나 쓰레기 등을 제거하는 시설로서 주로 전처리에 사용하는 시설을 말한다.
- [0067] 응집, 침전 처리형 시설은 응집제를 사용하여 비점오염물질을 응집한 후, 침강시설에서 고형물질을 침전, 분리시키는 방법으로 부유물질을 제거하는 시설을 말한다.
- [0068] 마지막으로 생물학적 처리형 시설은 전처리시설에서 토사 및 협잡물 등을 제거한 후 미생물에 의하여 콜로이드성, 용존성 유기물질을 제거하는 시설을 말한다.
- [0069] 이와 같이 비점오염 저감시설에는 여러 종류의 처리방법 및 시설이 있으며, 본 발명에서는 이러한 기술 및 공법을 참고하여 수변공간에 적용이 가능한 다기능 생태저류지, 기능성 습지여상, 정화용 생태호안의 세가지 구성을 제공하고, 통합관리시스템을 적용하여 융복합함으로써 강우시와 비강우시에 하천으로 유입되는 오염물질을 저감 및 차단하여 하천으로의 오염물질 유입을 줄이고자 하는 것이다.
- [0070] 종래 기술의 경우, 수변공간은 제외지로서, 하천통수단면 등 홍수시 안정성 확보 등으로 인하여 방치되어 왔으며, 대부분의 수질정화시설(초기우수시설, 비점오염저감시설 등)은 제내지에 설치되어 있어서 수변 공간을 효율적으로 활용할 수 없었다.
- [0071] 또한, 기존의 기술은 단순한 저류조와 여과조의 조합으로서, 사계절 운영이 불가능하고 많은 면적이 필요하여 중소형하천 또는 도심지에 설치가 불가능하였다.
- [0072] 또한, 종래 기술은 초기우수저감시설 또는 비점오염저감시설 등이 설치되고 있으나, 하천 내 수변공간을 활용한 오염물질 유입 저감이나 차단할 수 있는 국내 기술 및 공법 개발이 미미한 실정이다.
- [0073] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 수변공간을 활용한 오염부하 저감 및 차단시스템의 전체 구성도이며, 도 2는 오염부하 저감 흐름도이다.
- [0074] 도 1 내지 도 2에 도시한 바와 같이, 본 발명인 수변공간을 활용한 오염부하 저감 및 차단시스템은 크게, 유입펌프조(100), 강우저류조(200), 생물반응조(300), 처리수조(400), 여과조(500), 습지여상(600), 생태호안(700), 강우센서(800), 자동제어반(900)을 포함하여 구성된다.
- [0075] 상기 유입펌프조(100)는 강우시, 비점 오염원을 포함하고 있는 강우유출수를 유입시키며, 비강우시, 오염된 하천수를 유입시키게 된다.
- [0076] 즉, 유입맨홀(50)에 형성된 유입관로를 통해 하천수 혹은 강우유출수를 보관하게 되는데, 이때 내부에 형성된 유입펌프를 통해 하천수를 유입시키며, 강우센서(800)에 의해 강우 정보가 감지될 경우에 자동제어반(900)의 제어에 의해 유입맨홀에 형성된 강우펌프를 동작시켜 강우저류조로 제공하게 된다.
- [0077] 이때, 상기 유입펌프조에는 원수공급펌프를 구성하게 되며, 비강우시에는 오염된 하천수를 유입시키게 된다.
- [0078] 그리고, 강우시에는 비점 오염원을 포함하는 강우 유출수를 획득하여 강우저류조로 제공하게 되는 것이다.
- [0079] 그리고, 유입펌프조에는 수위센서를 구성하게 되어 일정 높이의 수위에 도달하게 되면 자동제어반의 제어에 따라 일반적으로 구성된 밸브를 오픈시켜 강우저류조로 물을 공급하게 된다.
- [0080] 한편, 강우저류조(200)는 강우시, 상기 유입펌프조로부터 강우유출수를 제공받아 저류하게 되는데, 내부에는 배수펌프와 강우공급펌프를 구성하고 있다.
- [0081] 이때, 보관된 물이 일정 높이가 되면 자동제어반의 제어에 의해 배수펌프를 동작시키며, 일반적으로 구성된 밸브를 오픈시켜 하천으로 배수하게 되는 것이다.
- [0082] 또한, 생물반응조(300)를 통해 비강우시, 오염하천수를 제공받아 생물학적 처리를 통한 오염물질 제거시키며, 강우시, 강우저류조에서 저류하여 부유 물질이 제거된 오염수를 제공받아 생물학적 처리를 통한 오염물질 제거시키게 된다.
- [0083] 일반적으로 저류형 시설은 비점오염원 및 우수유출수의 유출 저감을 위한 가장 일반적인 방법 중의 하나이다.
- [0084] 저류시설은 일반적으로 유역의 말단부에 설치되어 유역으로부터 유입된 우수를 조절할 목적으로 설치된 지역의

저류시설(off-site retention)과 도시 유역내에 내린 강우가 우수관거, 우수지 및 하천으로 유입하기 전에 물을 일시적으로 저류시켜 유출을 억제하는 지역내 저류시설(on-site retention)로 분류한다.

- [0085] 대부분의 저류시설은 우수 유출수 저감을 위한 목적으로 시작되었으나 발생원에서 우수 유출을 저감시킬 경우, 비점오염원의 유출저감 또한 발생하므로 비점오염원저감을 위해서도 효율적으로 활용할 수 있는 시설이다.
- [0086] 이와 같이, 저류시설은 우수를 저류하거나, 강우유출수를 저류하여 침전 및여과 등에 의하여 오염물질을 저감하는 시설로 비점오염저감시설의 처리대상이 되는 강우유출수에 포함된 오염물질은 저류지에서 중력침전과 일부 생물학적 과정에 의해서 제거할 수 있을 뿐만 아니라, 저비용으로 고효율의 강우유출수 관리를 할 수 있는 시설로 자연친화적 저류지는 심미적인 효과를 기대할 수 있다.
- [0087] 본 발명의 다기능 생태 저류지는 기존의 저류지 공법을 개선하기 위하여, 강우저류조(200)와 생물반응조(300)로 구성하여 유입수를 강우저류조에서 침전시켜 오염물질을 일부 제거한 후, 생물반응조에서 여재를 통하여 생물학적 처리를 통한 오염물질 제거성능을 부여하여 기존의 저류지 공법에 비하여 높은 수질정화 효율을 기대할 수 있도록 하였으며, 운영 방법에 따라 기능성 습지여상 및 정화용 생태호안 공법과 복합시스템을 구성할 수 있도록 하였다.
- [0088] 따라서, 강우시 및 비강우시 등 강우 여부에 따라 저류조의 침전과 생물반응조의 수질정화를 통한 경제적인 수질정화가 가능하다.
- [0089] 상기 처리수조(400)는 상기 생물반응조와 오염수의 반복된 이송, 순환과 폭기하는 기능을 수행한다.
- [0090] 이를 위하여, 내부에 순환펌프와 처리수펌프를 구성하게 되며, 수위센서를 구성하게 됨으로써, 수위가 일정 높이가 될 경우에 자동제어반의 제어에 따라 순환 펌프를 동작시키면서 동시에 일반적으로 구성되는 밸브를 오픈시켜 강우저류조로 제공하게 된다.
- [0091] 또한, 처리수펌프를 동작시키면서 동시에 일반적으로 구성된 밸브를 오픈시켜 물을 여과조로 제공하게 되는 것이다.
- [0092] 그리고, 여과조(500)는 상기 생물반응조 및 처리수조에 의해 처리된 오염수를 습지여상에 제공하기 전에 1차적으로 여과시키게 된다.
- [0093] 이를 위하여 여과장치를 구성하게 된다.
- [0094] 또한, 상기 습지여상(600)은 상기 여과조로부터 여과된 오염하천수 혹은 강우유출수를 제공받아 자연정화시키며, 오염 물질의 흡착 및 여과를 수행하게 된다.
- [0095] 이를 위하여, 상부에 식생부를 구성하여, phyto-remediation 자연 정화기능을 제공하게 되며, 습지 하부에는 침전 및 여과부로 구성되어 있어 오염물질의 제거효율을 극대화할 수 있는 시설이다.
- [0096] 1970년대 이후 미국을 중심으로 서구에서는 습지를 이용하여 수질을 정화하는 기술을 개발해오고 있다.
- [0097] 이들 국가에서는 인공습지(constructed wetlands)를 점원 오염물 처리뿐 아니라 비점원 오염물을 처리하는데 이용하고 있다.
- [0098] 북미(미국, 캐나다)에서는 하수 및 폐수를 연못시스템이나 전통적 하수처리공법으로 운영되는 하수처리장에서 처리한 후 고도처리수준으로 처리하기 위해 자유수면 인공습지를 주로 사용하며, 유럽은 하수 및 폐수를 2차 처리 수준으로 처리하기 위해 토양여과 인공습지를 일반적으로 사용한다.
- [0099] 국내에서의 인공습지 조성은 담수호인 시화호 유입부에 인공습지(750,623㎡규모)를 조성하여 만월천과 동화천의 오염하천수를 정화하기 위해 수자원공사에서 설치하였고, 농림부(농업기반공사)에서 아산시 마산저수지로 유입되는 초사천과 황산천사이의 자연습지(5,500㎡)를 활용하여 수질정화를 유도하는 시범사업을 수행한 사례가 있다.
- [0100] 인공습지는 수문학적 특성에 따라 자유흐름시스템(free water surfacesystem : FWS), 지하흐름시스템(subsurface flow system : SFS), 부유식물시스템(floating aquatic plant system : FAPS)으로 크게 분류한다.
- [0101] 자유흐름시스템(FWS)은 유입수의 저류공간과 침출을 막기 위한 제방으로 이루어지며, 정수식물이 자라는 수심 0.2 ~ 0.6m 정도의 식재구간과 수심이 다소 깊어 정수식물이 자라지 않는 1 ~ 1.2m 구간으로 이루어진다.
- [0102] 지하흐름시스템(SFS)은 지면이 물에 잠기지 않으며 땅속에 도랑이나 침투가 용이한 바닥층을 설치하여 자갈이나

굵은 모래속으로 유입수가 침투되어 정화되며 표토에 습지식물을 심는다.

- [0103] 인공습지는 부하량에 따라 2~3개 습지를 직렬 또는 병렬로 구성한다.
- [0104] 부래옥잠이나 개구리밥 같은 부유식물을 이용하는 부유식물 시스템(FAPS)은 국내와 같은 온대권에서는 겨울철에 부유식물이 죽기 때문에 규모가 어느 정도 큰 지역에서는 적용하기가 매우 어렵다.
- [0105] 그러나, 최근 농어촌연구원에서 인공식물섬(또는 부도라고도 함)이라는 부유식물시스템을 마산 저수지에 시범적으로 운영하고 있으며 경안천 최하류(광주군 광동리 소재)에서도 부도를 시범적으로 운영하고 있다.
- [0106] 인공습지는 육상환경이었던 곳을 오염물질 제거를 주목적으로 배수가 잘 되지 않는 토양으로 바꾸어 습지 및 동식물들이 서식하도록 개조한 것이다.
- [0107] 인공습지는 비록 다른 기능적 가치도 있지만 기본적으로 오폐수처리용으로 설계 및 운영된다.
- [0108] 수질개선을 위한 인공습지는 지표흐름형과 지하흐름형, 부유식물시스템으로 분류되며 유지관리비용 및 폐쇄현상을 고려하여 대부분 지표흐름형 습지가 추천된다.
- [0109] 하지만, 인공습지는 많은 면적을 필요로 하고, 아직 설계 및 시공, 운영기준이 불명확할 뿐만 아니라 유지관리가 어려운 단점이 있다.
- [0110] 이에 비하여 습지여상공법은 습지를 조성하여 수질을 정화하는 방법으로서 토지를 집약적으로 사용하고 수질정화효과가 크며 유지관리가 용이한 방법이다.
- [0111] 상부는 습지로 이용하고 습지하부는 모래층과 자갈층을 포설한 여과층을 만들고 지속적인 여과속도 유지를 위하여 모래층 상부에 월류수 여과기를 설치하고 배관을 자갈층에 연결하여 오염수를 습지로 유입시켜 급지에서 1차로 침전 및 습지에 의한 수질정화를 한 후 2차로 습지하부 모래층 및 월류수 여과기를 통하여 여과된 후 3차로 자갈층에서 미생물 접촉으로 정화된 후 방류하는 방법이다.
- [0112] 모래층과 자갈층으로 구성된 여상은 습지의 식재기반층이 되는 여과층으로서 모래에 의한 물리적 여과와 자갈층의 미생물막에 의한 용해성 유기물질의 분해기능을 갖는다.
- [0113] 습지여상에 유입된 물은 100% 여과층을 통과하여 정화되므로 수질정화효과가 확실하며 습지표면상부에 월류수 여과기를 설치함으로써 바닥 면적보다 큰 여과면적을 확보하여 대다수의 입자성 물질은 습지에 침전시키고 상등수를 월류수 여과기로 여과함으로 매우 긴 여과 지속기간을 갖는다.
- [0114] 따라서, 본 발명에서 구성하고 있는 기능성 습지여상은 종래의 여러 인공습지 조성 및 운영 사례를 바탕으로 하여, 적절한 규모 및 유지관리의 용이성 개선하기 위하여 내부의 여재 적용을 통한 상향류 방식의 인공습지를 조성하되, 도 3에 도시한 바와 같이, 모듈형으로 설치함으로써, 유지관리가 용이할 뿐만 아니라 외부의 식생여부와 관계없이 일정한 성능을 발현하도록 하였다.
- [0115] 또한, 오염수를 습지로 유송하기 전 간이 여과조(500)를 설치하여 인공습지 내 여재의 공극막힘 현상을 최대한 방지하도록 하였다.
- [0116] 요약하자면, 상기한 기능성 모듈 습지여상은 오염된 하천수를 유입시켜 처리하는 시스템으로 상부의 식생에 의한 phyto-remediation 자연정화기능을 갖춘 시설일 뿐만 아니라, 습지 하부에는 침전 및 여과부로 구성되어 있어 오염물질의 제거효율을 극대화할 수 있는 시설이다.
- [0117] 또한, 1차 침전부에서 조대물질 침전제거, 2차 급속여과부에서 조대 및 세립물질 여과, 3차 모듈형 습지에서 세립물질 여과 및 여재에 형성된 생물막에 의한 용존성 오염물질까지 제거할 수 있는 시설인 것이다.
- [0118] 상기한 바와 같이, 모듈형으로 습지를 구성할 수 있어, 하천수의 오염부하 및 유입유량에 따라 가변화할 수 있는 시스템이므로 유입 부하에 적극적으로 대응할 수 있는 기술인 것이다.
- [0119] 한편, 본 발명의 생태호안(700)은 유용미생물을 활용하여 다공성 콘크리트로 제조되며, 상기 습지여상으로부터 오염하천수 혹은 강우유출수를 제공받게 된다.
- [0120] 호안은 하안 또는 제방을 유수에 의한 침식으로부터 보호하기 위하여 그들의 경사면이나 밑부분 표면에 시공하는 구조물을 말하며, 제방의 비탈면에 시공하는 제방호안과 저수로의 난류를 방지하는 저수호안이 있다.
- [0121] 이러한 호안은 지구온난화에 의한 집중호우 및 홍수의 발생빈도가 높아짐에 따라 제방의 붕괴 및 균열을 방지하고자 대부분 일반콘크리트 재질의 호안블록을 설치하였으나, 기술 및 공법의 개선으로 인해 친환경성 및 미관성

을 고려한 여러 형태의 호안공법이 개발되고 있는 실정이다.

- [0122] 하지만, 현재까지 대부분의 공법 및 기술은 호안공법의 주목적인 구조적 안정성에만 초점을 맞추고 있을 뿐, 수질개선 및 정화 등 자연환경을 복원하는 기능은 미흡하나 실정이다.
- [0123] 정화용 생태호안은 호안공법의 주목적인 구조적 안정성을 확보함과 동시에 수질개선 및 정화기능을 부여하기 위하여, 일반콘크리트 재질의 종래의 호안블록에서 벗어나 다공성 콘크리트재질의 포러스 콘크리트를 적용하고 수질정화효과를 가지고 있는 유용미생물을 호안블록에 적용함으로써 다공성 콘크리트 내외부의 공극 및 표면에 유용미생물이 흡착 및 성장함으로써 생성된 미생물막으로 오염수의 유기물질을 제거하여 수질을 개선하고자 하였다.
- [0124] 도 5에 도시한 바와 같이, EM의 생물막 형성 과정은 영양분이 풍부한 화산석 공극 내부에 미생물이 흡착되며, 영양분 공급에 따른 미생물이 번식하며, 정전기 항력 작용에 의해 생물막이 형성되는 것이다.
- [0125] 도 6의 경우에는 일반적인 정화용 생태 호안을 나타낸 예시도이며, 정화용 기능성 EM을 활용한 생태 호안공을 전이대(하상, 제방)에 직접 도입하여 접촉면적을 확보하고 다공질 내부에서 다양한 오염물의 제거 기작(여과, 접촉침전, 생물분해 등)을 통해 수질을 향상시킴으로써 하천 환경을 개선하는 시설이며, 정화용 기능성 EM을 활용한 생태 호안을 호안, 둔치의 하상 재료로도 활용이 가능하고 하천의 구조적 안정성을 확보함과 동시에 식생 서식공간으로도 활용할 수 있으며, 나아가 수질개선 효과도 얻을 수 있는 것이다.
- [0126] 한편, 본 발명의 자동제어반(900)은 상기 강우센서로부터 강우 정보를 획득하면, 강우유출수를 유입펌프조로 유입되도록 제어하기 위한 기능을 수행하게 된다.
- [0127] 또한, 생물반응조에 형성된 폭기 및 역세를 위한 블로어와 습지여상 전단의 부유 물질 제거를 위한 부유물제거장치와 생물반응조에 형성된 유량 조절을 위한 유량조절부와 유량계, 강우센서의 동작을 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [0128] 구체적으로는 상기 유입펌프조(100), 강우저류조(200), 생물반응조(300), 처리수조(400), 습지여상(600) 및 생태호안(700)의 수중펌프의 작동 여부와 생물반응조와 습지여상의 폭기 및 역세를 위한 블로어의 작동 여부와 유량계, 강우센서의 동작을 제어 및 측정하는 것을 특징으로 하고 있다.
- [0129] 즉, 본 발명의 시스템에 형성된 기계실(1000)에 형성된 블로어를 제어하게 되어 생물반응조에 형성된 폭기 및 역세를 수행하게 된다.
- [0130] 또한, 습지여상의 전단에 부유 물질이 유입되는 것을 방지하기 위하여 부유물제거장치를 구성할 수도 있으므로 부유물제거장치를 제어하기 위한 것이다.
- [0131] 또한, 생물반응조에 형성된 유량조절부, 유량계, 강우센서 등의 동작을 제어하게 되는 것이다.
- [0132] 한편, 본 발명의 유입펌프조(100)에 형성되는 펌프는
- [0133] 일최대유량(Q) = $50\text{m}^3/\text{day} = 0.034\text{m}^3/\text{min}$
- [0134] 펌프구경(D) = $\frac{146 \times \sqrt{Q/V}}{1000} = 24 \sim 33 \approx 32\text{mm}$
- [0135] 여기서, D : 펌프구경(mm), Q : 펌프트출량($0.03 \sim 0.05\text{m}^3/\text{min}$), V : 유속(m/s).
- [0136] 펌프 전양정(H) = $H_a + H_f = 3.0 + 0.01 = 3.01\text{m} \approx 4.0\text{m}$
- [0137] 여기서, H : 전양정(m), H_a : 실양정(m), H_f : 손실수두(m)
- [0138] 실양정(H_a) = 토출측수위 - 흡입측수위 = $EL(106 - 103) = 3.00\text{m}$
- [0139] 손실수두(H_f) = $f \times V^2 / (2Xg) = 137.16 \times (0.03)^2 / (2 \times 9.81) = 0.01\text{m}$
- [0140] 손실계수(f) :
- [0141] 흡입부 $f_1 = 0.06$, 게이트밸브 $f_2 = 0.103 \times 1 = 0.103$, 체크밸브 $f_3 = 1.0 \times 1 = 1.0$, 곡관부 $f_4 = 0.2 \times 0 = 0.0$, 직관부 $f_5 = \{0.04 + 1 / (1,000 \times D)\} \times (L / D) = \{0.04 + 1 / (10 \times 0.2)\} \times (50 / 0.2) = 135.00$
- [0142] 토출관 $f_6 = 1.0$

- [0143] 따라서, 총 손실계수 $f = 0.06 + 0.103 + 1 + 0 + 135.0 + 1.0 = 137.163$
- [0144] 유속(V) = $4Q / (\pi \times D^2) = 4 \times 0.1 / (\pi \times 0.2^2 \times 60) = 0.03 \text{ m/s}$
- [0145] 펌프동력(P) = $0.163 \times r \times Q \times H \times (1 + \alpha) / \eta = 0.163 \times 1.0 \times 0.1 \times 4.0 \times (1 + 0.2) / 0.6 = 0.07 \approx 0.4 \text{ kw}$
- [0146] 여기서, P : 전동기 출력(kw), r : 액체 비중 (1.0 kg/L), H : 전양정(m), η : 효율(%), α : 여유율(%)를 의미한다.
- [0147] 상기와 같은 과정을 통하여 펌프의 용량을 설정하게 되는 것이다.
- [0148] 또한, 상기 유입펌프조(100)에는 유입펌프 스크린 및 배관을 구성하게 된다.
- [0149] 상기 유입펌프 스크린은 유입펌프 내부로의 흡착물 유입방지를 위하여 Stainless 재질의 mesh 망을 제조하여 유입펌프를 설치한다.
- [0150] 단, 고농도의 유입수 유입시나 시간이 경과함에 따라 mesh망 외부에 생물막에 형성되어 유입펌프의 효율 및 유입량이 낮아지는 문제점이 발생할 수 있으므로, 현장여건에 맞는 주기적인 유지관리가 필요하다.
- [0151] 상기 유입펌프 배관은 유입펌프에서 유입펌프조의 유입수를 이송하기 위한 배관은 고압나선호스를 사용하며, 지반으로부터 50cm 밑으로 매설하고 외부에 보온재 및 열선을 설치하여 동절기시 동파에 대한 방지를 수행하게 된다.
- [0152] 이를 통해, 유입시설은 초기 강우시 하천으로 유출되는 비점오염원과 비강우시 오염된 하천수를 다기능 생태저류지의 유입수조로 이송하는 역할을 하는 시설로 강우유출수가 하천으로 유입되는 토구 앞에 설치하여, 강우시에는 발생하는 토구유출수(강우)를 유입시키고, 비강우시에는 기존의 하천수를 유입시키도록 배관을 구성하게 된다.
- [0153] 유입시설의 구성은 예를 들어, 유입펌프 2기(강우용 1기, 비강우용 1기)와 유입펌프에서 유입펌프조로 우수 및 하천수를 이송하는 배수관로 총 2 라인(강우용, 비강우용), 유입수조에서 강우저류조로 우수를 이송하는 배수관로 1라인으로 구성되게 된다.
- [0154] 유입펌프 2기는 수중펌프로 VVVF 적용으로 가변속으로 작동이 되며, 유입량이 $50\text{m}^3/\text{day}$ 로 설정되며, 자체 수위 센서가 부착되어 있어 유입부의 저수위 또는 유입펌프조의 만수위시 자동제어반의 조작 없이 자동으로 작동이 중지된다.
- [0155] 유입펌프 외부에 SUS재질의 보호망을 설치하여 나뭇가지 등 펌프의 작동에 영향을 줄 수 있는 오염물의 유입을 방지하게 된다.
- [0156] 유입펌프 중 강우용은 자동제어반 상단에 부착된 강우센서가 작동하여야만 가동이 되며, 비강우용은 자동제어반의 조작을 통해 가동/중지의 조작이 가능하도록 구성할 수도 있다.
- [0157] 유입펌프에서 유입펌프조로의 배수관로는 지표면에서 0.5m가량 매립하고, 모든 배수관로를 동절기시 동파방지를 위하여 보온재 및 열선을 설치하는 것을 특징으로 한다.
- [0158] 유입펌프조는 비강우시 및 강우시 유입펌프로부터 오염수를 저류한 뒤, 비강우시에는 생물반응조로 이송하고, 강우시에는 강우저류조로 이송하는 유량조절조 역할을 한다.
- [0159] 유입펌프조는 수중펌프 2기 및 배수관로 2라인(유입펌프조→생물반응조, 유입수조→강우저류조)과 유입펌프조에서 생물반응조로 오염수를 이송하는 배수관로에 설치된 유량계로 구성되어 있으며 제어판의 LCD패널에서 유량계의 유량 및 제어가 가능하게 설치하게 된다.
- [0160] 상기 강우저류조는 강우시 유출되는 비점오염원을 저류하기 위한 시설이며, 유입펌프로부터 이송된 강우 유출수를 강우저류조에서 일정기간 부유물질을 침전시킨 후 다시 유입조로 이송시키는 역할을 한다.
- [0161] 강우저류조는 수중펌프 2기(유입펌프조 이송용 1기, 유지관리 배출용 1기)와 강우저류조에서 유입펌프조로 강우 유출수를 이송하는 배수관, 강우저류조의 유지관리를 위한 배수용 관로 2 라인으로 구성될 수도 있다.
- [0162] 초기강우의 강도 및 지속시간 등에 따라 유출되는 오염수의 특성이 서로 상이하므로 강우저류조의 침전시간은 최소 30분 이상으로 설정한다.

- [0163] 생물반응조(300)와 처리수조(400)는 강우시 강우유출수와 비강우시 하천수를 생물학적으로 정화하기 위한 시설이다.
- [0164] 생물반응조의 구성은 내부 여재모듈과 DO meter로 구성되어 있으며, 처리수조는 수중펌프 2기(생물반응조 이송용 1기, 습지유출용 1기), 유량계 1기로 구성되어 있다.
- [0165] 수중펌프로 VWF 적용으로 가변속으로 작동이 되며, 생물반응조가 일정수위 이상으로 높아지면 처리수조로 실험수가 유입되게 구성할 수도 있다.
- [0166] 이는 생물반응조와 처리수조의 실험수가 서로 이동하면서 혼합되어 폭기효과 및 미생물의 부착과 DO농도의 유지가 수월하기 때문이다.
- [0167] 생물반응조는 유입수가 없더라도 일정 수위를 유지하는 것을 특징으로 하며, 기계실의 블로어를 통하여 유지관리를 위한 역세 및 폭기가 가능하게 된다.
- [0168] 상기 습지여상(600)에 충전된 여재는 SiO₂, CaO 등의 구성 성분으로 질소 및 인 흡착이 우수한 입상형 발포여재를 사용하며, 여재의 직경은 약 5 ~ 10mm정도인 것이 바람직하다.
- [0169] 또한, 도 7 혹은 도 3에 도시한 바와 같이, 충전된 여재는 stainless의 재질의 직사각형의 mesh망으로 제조된 case 내부에 채워 넣어 모듈화함으로써, 향후 여재의 교체 등 유지관리가 용이하도록 하는 것을 특징으로 한다.
- [0170] 폭우 및 펌프의 오작동 등으로 인한 과대한 유량이 유입될 경우 습지내 수면 상단부에 타공된 배출구를 통하여 바로 호안 및 하천으로 유출될 수 있도록 구성하게 되며, 갈수기 및 유입수 부족 등으로 인하여 오염수가 유입되지 않더라도 적절한 수위를 유지할 수 있어야 한다.
- [0171] 또한, 홍수 등으로 인하여 침수될 경우 습지여상 내부에 오염물 등이 유입되지 않도록 시설 전체를 도 7과 같이, 밀폐하는 것을 특징으로 한다.
- [0172] 한편, 본 발명의 생태호안(700)은 도 8에 도시한 바와 같이, 유용미생물을 활용하여 다공성 콘크리트로 제조되며, 상기 습지여상으로부터 오염하천수 혹은 강우유출수를 제공받기 위한 기능을 수행하게 된다.
- [0173] 본 발명의 생태호안은 정화용으로서, 하천의 호안 또는 사면에 설치되는 생태호안블록이며, 호안블록은 고수호안과 저수호안으로 나누어 설치될 수 있다.
- [0174] 다만, 수변공간에 시설물을 설치하여 다기능 생태저류지와 기능성 습지여상과의 연계처리를 위해서는 저수호안에 정화용 생태호안을 설치하는 것이 적절하다 할 수 있다.
- [0175] 이러한 저수호안의 경우 대상 하천의 규모 및 유입수 수질, 수위변화 등 현장여건이 매우 다양하여 적절한 수질정화성능을 확보하기 위한 체류시간 및 연장, 설치규모를 확보하기가 매우 어렵다.
- [0176] 이는 정화용 생태호안블록이 호안블록으로서 가지는 특성 때문이며, 실제 최종적으로 현장에 적용되는 호안블록의 시공형태를 고려하면 생태호안으로 유입되는 오염수가 일부는 블록의 표면을 따라 흘러 하천으로 배출되나, 다른 일부는 표면을 따라 흐르다 블록 내부를 거쳐 바닥 토양으로 흡수되는 형태를 가지기 때문이다.
- [0177] 한편, 도 9를 참조하여 전체적인 흐름을 설명하도록 하자면, 강우시에는 강우유출수를 강우저류조로 제공하고, 이는 유입펌프조를 거쳐 생물반응조로 제공하게 되며, 처리수조를 제공하게 된다.
- [0178] 그리고, 블로어에 의해 폭기되어 생물반응조로 제공하며, 다시 처리수조로 제공한 후, 습지여상으로 제공하게 된다.
- [0179] 이후, 생태호안을 거쳐 최종 배출되게 되는 것이다.
- [0180] 비강우시에는 하천수를 유입펌프조로 제공하고, 다시 생물반응조를 거쳐 처리수조로 제공하며, 블로어에 의해 폭기된 후 생물반응조로 제공하며, 다시 습지여상으로 제공하게 된다.
- [0181] 이후, 생태호안을 거쳐 최종 배출되게 되는 것이다.
- [0182] 한편, 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 수변공간을 활용한 오염부하 저감 및 차단시스템에 의해 수질 개선 효과를 나타낸 측정 예시도로서, 실험목적은 본 발명의 구성 요소들의 연계처리 운영을 통한 비점오염원의 수질정화 성능 평가이며, 실험기간은 2017.08 ~ 2018.8이며, 약 10mm/day 이상의 강우를 선정하였다.
- [0183] 운전 조건은 토구취수(강우센서) -> 강우저류조 -> 유입펌프조 -> 생물반응조 -> 모듈형 습지여상 -> 정화용

생태호안 순이다.

[0184] 이때, 질적성과지표는 BOD 70%, SS 80%, COD 41%, T-N 30%, T-P 45%로 설정하였다.

[0185] 실험결과, BOD는 제거율 72.4%, SS 85.2%, COD 44.8%, T-N 40.4%, T-P 50.4%로서 질적 성과지표보다 높은 것을 알 수 있으며, 이를 통해 비점 오염원의 수질 개선 효과가 있는 것으로 나타났다.

[0186] 상기와 같은 구성을 통해, 강우시와 비강우시 모두 운전이 가능하여 경제적이며, 수생태계의 연속성과 건강성 회복을 위한 수질개선, 생태유량 확보 및 생태공간 조성을 제공하게 된다.

[0187] 즉, 사계절 운영이 가능한 다기능 정화시설 구축으로 하천 환경을 개선하는 효과를 제공하는 것이다.

[0188] 상기와 같은 내용의 본 발명이 속하는 기술분야의 당업자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시된 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해해야만 한다.

부호의 설명

[0189] 100 : 유입펌프조

200 : 강우저류조

300 : 생물반응조

400 : 처리수조

500 : 여과조

600 : 습지여상

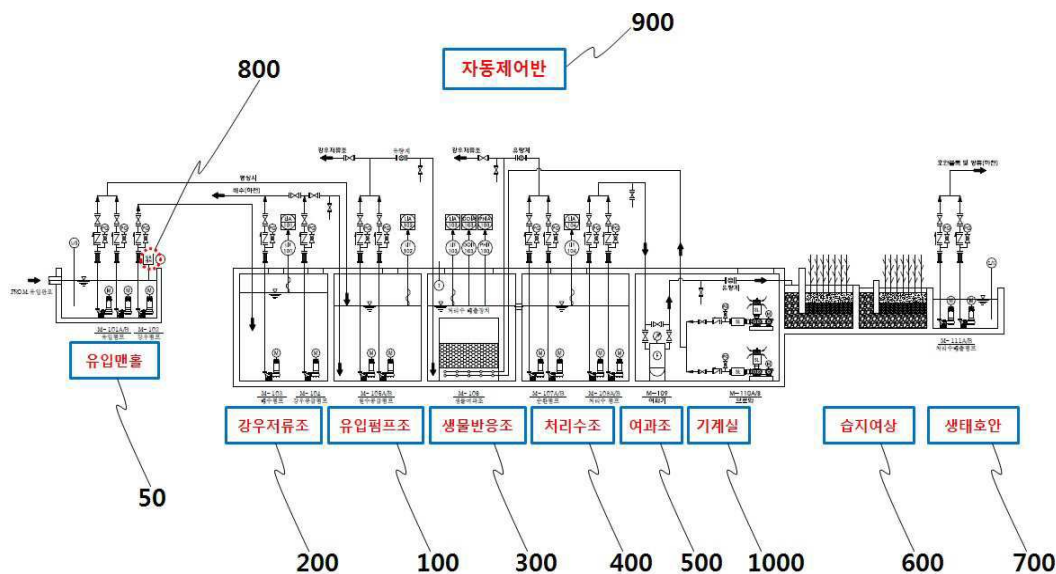
700 : 생태호안

800 : 강우센서

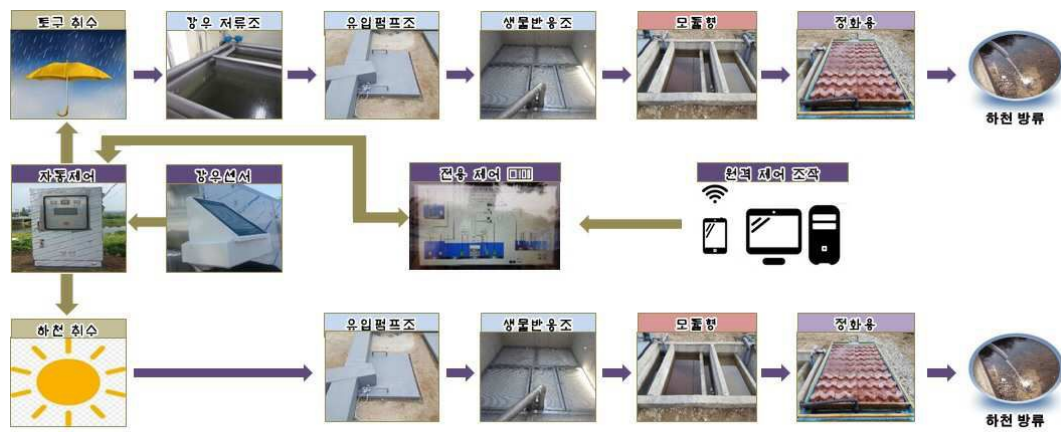
900 : 자동제어반

도면

도면1



도면2



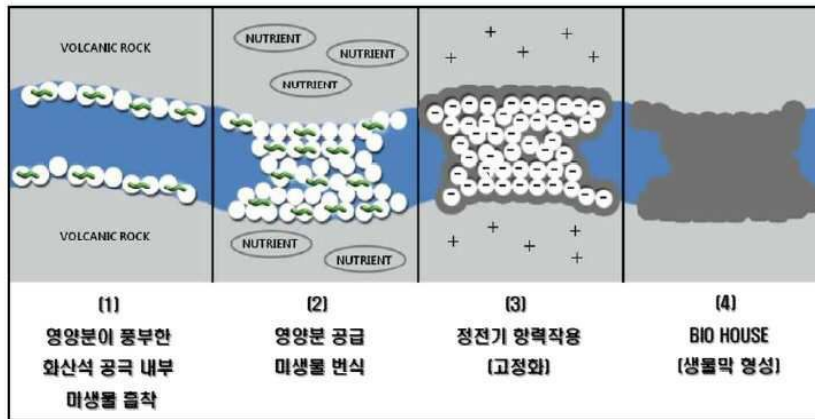
도면3



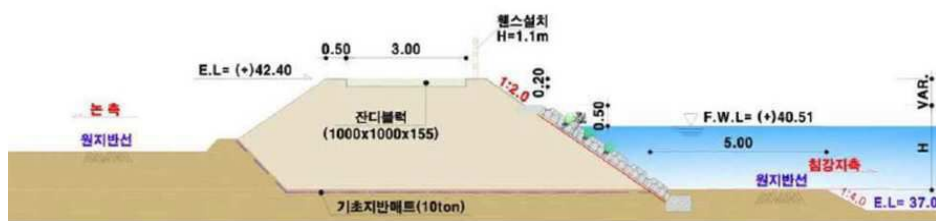
도면4



도면5



도면6



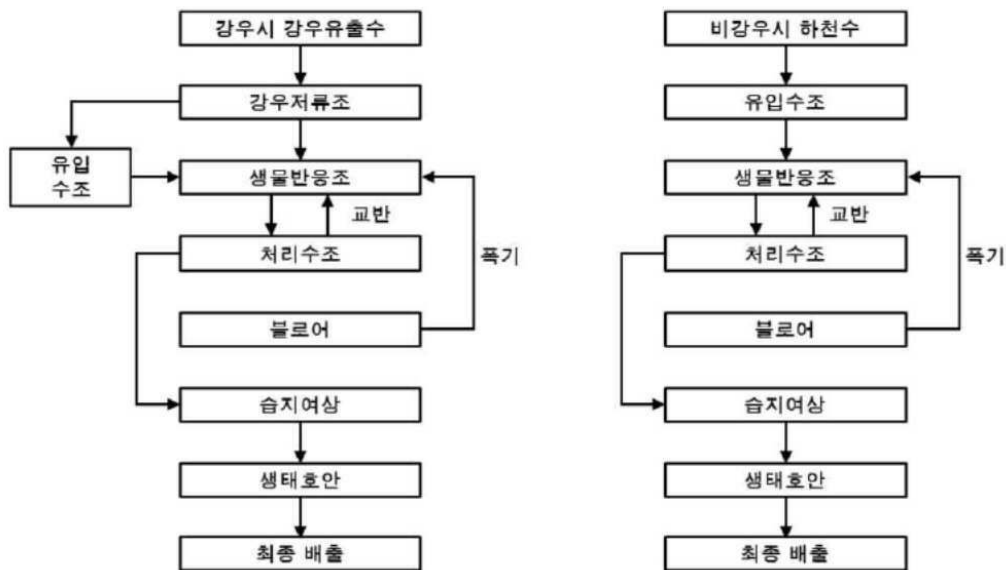
도면7



도면8



도면9



도면10

● 실험결과

구분	유입평균 (mg/L)	유출평균 (mg/L)	제거율(%)
BOD	64.7	17.7	72.4
SS	114.2	15.9	85.2
COD	9.0	4.8	44.8
T-N	12.3	7.2	40.4
T-P	1.234	0.606	50.4

