(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0013779
(43) 공개일자 2018년02월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 24/26 (2006.01) *B01D 24/46* (2006.01)
B01D 35/28 (2006.01) *B01F 7/16* (2006.01)
C02F 1/00 (2006.01) *C02F 1/52* (2006.01)
C02F 1/58 (2006.01) *C02F 101/10* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01D 24/26 (2013.01)
B01D 24/4631 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0095671
(22) 출원일자 2017년07월27일
심사청구일자 2017년07월27일
(30) 우선권주장
1020160096913 2016년07월29일 대한민국(KR)

(71) 출원인
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)
(72) 발명자
정종태
인천광역시 연수구 송도문화로28번길 28, 105동 3201호(송도동, 송도글로벌캠퍼스푸르지오)
한상윤
서울특별시 금천구 가산디지털2로 136, 205호
정은호
서울특별시 송파구 백제고분로 27길 28-12, 102호(삼전동)
(74) 대리인
특허법인충정

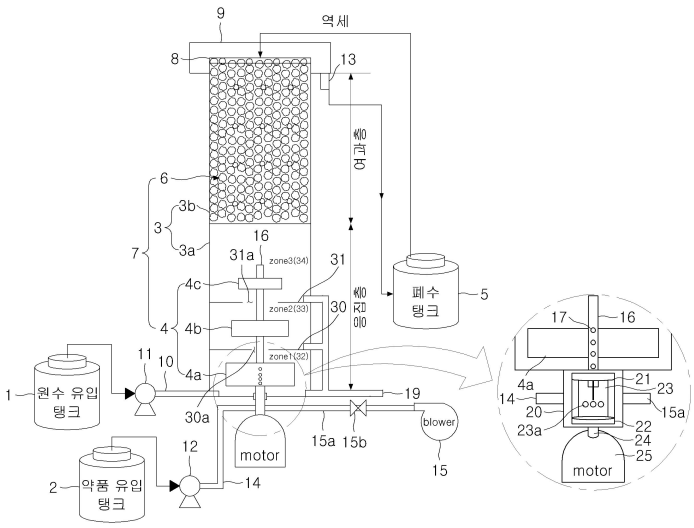
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **총인제거를 위한 응집혼화반응 일체형 직접여과장치**

(57) 요 약

본 발명은 총인제거를 위한 응집혼화반응 일체형 직접여과장치에 관한 것으로서, 원수와 응집제를 단일여과지에 공급하여 여과시킨 후 폐수탱크로 유출하여 보내는 여과장치에 있어서, 상기 단일여과지는 상향식으로 세워지되 내부의 하부에 배치되어 수직으로 세워진 중공의 교반축과, 상기 교반축의 길이 방향으로 일정 간격으로 장착된 복수의 교반날개로 이루어진 교반기와 상부에 배치된 부상여재와, 상기 각각의 교반날개 사이의 공간을 격벽으로 구획하여 교반영역을 구분하고, 하단 일측으로 원수와 약품을 공급받으며, 폐수를 유출하는 유출구가 각각 연결된 여과조를 포함하여 구성하며, 중소규모의 도시하수 종말처리장의 총인처리를 위한 수처리 설비에 적용되었을 경우, 설치부지를 최소화 할 수 있어 적용성이 높은 효과가 있다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
B01D 35/28 (2013.01)
B01F 7/16 (2013.01)
C02F 1/001 (2013.01)
C02F 1/5245 (2013.01)
C02F 1/58 (2013.01)
C02F 2101/105 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

원수와 응집제를 단일여과지에 공급하여 여과시킨 후 폐수탱크로 유출하여 보내는 여과장치에 있어서,

상기 단일여과지는,

상향식으로 세워지되 내부의 하부에 배치되어 수직으로 세워진 중공의 교반축과, 상기 교반축의 길이 방향으로 일정 간격으로 장착된 복수의 교반날개로 이루어진 교반기와 상부에 배치된 부상여재와, 상기 각각의 교반날개 사이의 공간을 격벽으로 구획하여 교반영역을 구분하고, 하단 일측으로 원수와 약품을 공급받으며, 폐수를 유출하는 유출구가 각각 연결된 여과조를 포함하는 것을 특징으로 하는 총인제거를 위한 응집혼화반응 일체형 직접여과장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 교반기는 제1 교반날개, 제2 교반날개, 제3 교반날개의 순서로 상부 방향으로 갈수록 얇고 짧게 구성하고,

상기 제1 교반날개와 상기 제2 교반날개의 사이에 하부격벽을 형성하고, 상기 제2 교반날개와 상기 제3 교반날개의 사이에 상부격벽을 형성하고, 상기 교반축이 상기 하부격벽에 형성된 하부격벽구멍과 상기 상부격벽에 형성된 상부격벽구멍을 통과하여 수직으로 세워지며, 상기 제1 교반날개가 회전하는 공간으로 상기 원수와 상기 약품이 유입되어 급속 혼화되는 영역인 zone 1과, 상기 제2 교반날개가 회전하는 공간으로 원수에서 응집제가 혼화된 오염입자가 미세플록(Microfloc)으로 성장하는 영역인 zone 2와, 상기 제3 교반날개가 회전하는 공간으로 원수에서 응집제가 혼화된 오염입자가 조대플록(Macro-floc)으로 성장하는 영역인 zone 3로 구분되는 것을 특징으로 하는 총인제거를 위한 응집혼화반응 일체형 직접여과장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 교반축의 하단에는 상기 zone 1에 위치한 부분에 복수의 통기공을 형성하고, 상기 여과조의 하부 일측에 원수가 유입되는 원수유입배관이 결합되고,

상기 여과조의 하부면에는 내부에 모터로 회전하는 커플링이 구비된 원통구조물이 결합되고, 상기 원통구조물의 일측면에 약품이 유입되는 약품유입배관이 결합되고, 상기 커플링은 중공 형태로 외주면에 복수의 커플링 구멍이 형성되며, 상기 커플링의 상부가 상기 교반축의 하부 끝단에 연통되어 결합되는 것을 특징으로 하는 총인제거를 위한 응집혼화반응 일체형 직접여과장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 원통구조물의 일측면에는 공기가 이동하는 블로어배관이 결합되고, 상기 블로어배관의 일측 끝단에 공기를 공급하는 블로어(Blower)가 결합되는 것을 특징으로 하는 총인제거를 위한 응집혼화반응 일체형 직접여과장치.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 상부격벽구멍(31a)의 크기가 상기 하부격벽구멍(30a)의 크기보다 더 크게 형성되는 것을 특징으로 하는 총인제거를 위한 응집혼화반응 일체형 직접여과장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 부상여재는 비중 1 이하인 인공섬유여재인 것을 특징으로 하는 총인제거를 위한 응집혼화반응 일체형 직접여과장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 부상여재는 PS(Polystyrene) 재질로 직경 2~3 ㎜, 비중 0.026인 것을 특징으로 하는 총인제거를 위한 응집혼화반응 일체형 직접여과장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 응집제는 황산알루미늄(Alum) 또는 폴리염화알루미늄(PAC)인 것을 특징으로 하는 총인제거를 위한 응집혼화반응 일체형 직접여과장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 여과조 상면에 배치된 스트레이너; 및

상기 스트레이너의 상부에 형성되어 일정한 높이를 가지면서 상기 여과조의 상면보다 넓은 면적으로 여과조의 상부에 연결된 월류조를 포함하는 것을 특징으로 하는 총인제거를 위한 응집혼화반응 일체형 직접여과장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 총인제거를 위한 응집혼화반응 일체형 직접여과장치에 관한 것으로서, 상세히는 도시하수의 3차 처리시설로 인을 제거하기 위한 단일여과지를 교반기에 의한 하부의 응집층과 부상여재에 의한 상부의 여과층의 일체형으로 된 단일구조의 상향식 여과조로 구성한 총인제거를 위한 응집혼화반응 일체형 직접여과장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 국내 수질개선 및 관리지표 중 하천과 호소 등의 상수원 부영양화 현상이 가속되어 조류의 주요 성장제한인자인 총인(T-P)이 새로운 관리지표로 제시되고 있다. 현재 우리나라의 공공하수 처리시설은 Ⅰ지역, Ⅱ지역, Ⅲ지역 및 기타지역으로 구분하여 T-P에 대하여 각각 0.2 mg/L, 0.3 mg/L, 0.5 mg/L 및 2 mg/L으로 강화된 방류수 수질기준을 적용받고 있다. 인은 비교적 용해도가 낮아 수중에서 침전물의 생성이 용이하다. 따라서 인의 처리는 생물학적인 처리공정에서 미생물에 의해 과잉 섭취시켜 슬러지 배출을 통해 제거되거나, 화학적인 처리공정에서 응집침전으로 제거된다.

[0003] 현재 국내에서 운영 중인 하수처리장의 대부분은 질소와 인을 동시에 처리하는 생물학적 고도처리로 운영되고 있으나, 여러 가지 요인에 의해 강화된 방류수 수질기준을 만족시키는 것이 쉽지 않은 실정에 있다. 저농도의 인을 제거하기 위해서는 생물학적 처리보다 응집·침전 혹은 응집·여과의 화학적 처리가 효과적이며, 이러한 응집제를 이용한 화학적 처리공정은 유입수질의 변동에 능동적으로 대처할 수 있다. 화학적 응집은 폐수처리공정에서 유기물질 부하량을 낮추는 전처리 공정으로 활용되고 있으며, 상수처리공정에서도 탁도나 색도를 제거하는데 폭넓게 활용되고 있다.

[0004] 최근 4대강 사업이후 녹조발생이 심각하여 안정적인 T-P처리기술이 필요하다. 대부분의 하수처리장에서는 생물학적인 고도처리를 통해 인을 제거하고 있으나 T-P처리는 한계성을 나타내고 있으므로, T-P의 화학적 처리강화에 대한 다양한 접근과 저농도의 인을 처리하기 위해 사용되는 응집제 및 처리방법의 기술적 검토가 요구된다. 종래의 화학적 응집은 혼화조, 응집조 및 침전조가 각각의 반응조로 이루어지고, 침전지 설치용량이 커져 설치 부지면적이 많이 소요되는 문제가 있다. 또한 원수가 연속적으로 공급되기 때문에 침전지 내부에서 난류와 편류가 발생하여 플록의 침강속도가 저해됨으로서, 원수 유량 증가시 플록의 유실 등으로 안정적인 수질을 유지하는데 어려움이 있다.

[0005] 따라서 안정적인 T-P처리를 하기 위해서는 응집·혼화 공정 이후 효과적인 고액분리 공정이 동반되어야 한다. 일반적으로 고액분리공정은 여과, 침전 및 부상공정으로 구분할 수 있다. 침전 및 부상공정은 최대한 거대 플록을 형성시키기 위하여 응집제 외에 응집보조제, 미세모래 또는 가중응집제 등을 사용하여 운영비가 많이 소요된다. 또한 플록형성을 위한 완속 교반조가 필요하여 처리장의 부지를 많이 차지하고 응집반응 조건이 맞지 않으면 침전/부상이 원활하지 못하여 처리수질이 안정적이지 못한 단점이 있다.

[0006] 직접여과공정의 경우 응집제를 사용하여 급속혼화반응에 의한 미세플록을 형성시켜 여과함으로써 T-P처리가 가능하지만 여재의 특성과 운영방법에 따라 T-P처리효율이 다양하게 나타날 수 있다. 이러한 직접여과공정의 T-P처리효율은 응집제 주입량, 플록의 형성특성에 따라 많은 영향을 받는다.

[0007] 이와 같이 도시 하수종말처리시설의 총인 농도 규제가 강화되었으며, 이러한 저농도의 총인을 처리하기 위한 화학적 처리기술의 도입이 이루어지고 있다. 그 중에서 응집제를 이용하는 화학적 처리는 상기한 바와 같이 약품투입장치, 약품 혼화조, 플록형성조, 여과조 혹은 침전조와 같은 여러 공정을 필요로 한다. 따라서 기존의 도시하수종말처리장 내에 추가로 총인 제거시설을 설치하기 위해서는 별도의 부지매입, 기초공사 등의 토목공사 비용이 많이 필요하다는 단점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 한국 등록특허공보 제10-1576087호

(특허문헌 0002) 한국 등록특허공보 제10-1598684호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 상기한 바와 같은 제반 문제점을 개선하기 위해 안출된 것으로서, 그 목적은 종래의 응집제를 이용한 화학적 처리공정을 일체화시켜 부지면적을 최소화하면서 운전 및 유지관리가 용이하도록 응집혼화공정, 여과공정을 단일여과지 내에서 상향식 여과조로 일체화시킨 총인제거를 위한 응집혼화반응 일체형 직접여과장치를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위해 본 발명의 총인제거를 위한 응집혼화반응 일체형 직접여과장치는, 원수와 응집제를 단일여과지에 공급하여 여과시킨 후 폐수탱크로 유출하여 보내는 여과장치에 있어서,

[0011] 상기 단일여과지는 상향식으로 세워지되 내부의 하부에 배치되어 수직으로 세워진 중공의 교반축과, 상기 교반축의 길이 방향으로 일정 간격으로 장착된 복수의 교반날개로 이루어진 교반기와 상부에 배치된 부상여재와, 상기 각각의 교반날개 사이의 공간을 격벽으로 구획하여 교반영역을 구분하고, 하단 일측으로 원수와 약품을 공급받으며, 폐수를 유출하는 유출구가 각각 연결된 여과조를 포함하는 것을 특징으로 하고 있다.

[0012] 상기 교반기는 제1 교반날개, 제2 교반날개, 제3 교반날개의 순서로 상부 방향으로 갈수록 얇고 짧게 구성하고,

[0013] 상기 제1 교반날개와 상기 제2 교반날개의 사이에 하부격벽을 형성하고, 상기 제2 교반날개와 상기 제3 교반날개의 사이에 상부격벽을 형성하고, 상기 교반축이 상기 하부격벽에 형성된 하부격벽구멍과 상기 상부격벽에 형성된 상부격벽구멍을 통과하여 수직으로 세워지며, 상기 제1 교반날개가 회전하는 공간으로 상기 원수와 상기 약품이 유입되어 급속 혼화되는 영역인 zone 1과, 상기 제2 교반날개가 회전하는 공간으로 원수에서 응집제가 혼화된 오염입자가 미세플록(Microfloc)으로 성장하는 영역인 zone 2와, 상기 제3 교반날개가 회전하는 공간으로 원수에서 응집제가 혼화된 오염입자가 조대플록(Macro-floc)으로 성장하는 영역인 zone 3로 구분되는 것을 특징으로 한다.

[0014] 복수의 상기 교반날개는 크기의 변화를 주어 아래쪽은 두텁고 길며 위쪽으로 갈수록 얇고 짧아지도록 하는 것이 바람직하다.

[0015] 상기 부상여재는 비중 1 이하인 인공섬유여재이며, PS(Polystyrene) 재질로 직경 2~3 ㎜, 비중 0.026인 것이

바람직하다.

[0016] 상기 응집제는 황산알루미늄(Alum) 또는 폴리염화알루미늄(PAC)인 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0017] 본 발명의 총인제거를 위한 응집혼화반응 일체형 직접여과장치에 의하면, 중소규모의 도시하수 종말처리장의 총인처리를 위한 수처리 설비에 적용되었을 경우, 설치부지를 최소화 할 수 있어 적용성이 높은 효과가 있다.

[0018] 또한 약품처리를 필요로 하는 산업폐수, 도축폐수 등에 적용하여 효율적인 도시하수의 처리가 가능한 효과가 있고, 일처리 유량이 작은 산업폐수, 도축폐수의 전처리(1차 처리), 3차 처리 공정에 적용할 수 있는 효과가 있으며, 빗물저장 및 이용시설의 수처리장치 등의 응용이 가능한 효과가 있다.

[0019] 더욱이 수질에 대한 관심과 관리기준이 지속적으로 강화되고 있어, 다양한 사업장에서 발생 및 처리하는 폐수의 처리효율이 개선되는 효과가 있고, 기존의 연속배치의 공정 구성의 수처리 시스템은 추가 부지확보가 어려운 사업현장에서 적용성이 떨어지게 되므로. 본 발명을 통하여 최소면적으로 수처리 설비가 가능하여 다양한 사업장에 적용이 가능한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명에 따른 총인제거를 위한 응집혼화반응 일체형 직접여과장치의 개략적인 구성 사시도

도 2는 부상여재의 SEM 이미지

도 3은 본 발명의 여과장치에 의한 다양한 모드의 작동조건에 따른 수질의 실험결과 그래프

도 4는 본 발명의 여과장치에 의한 다양한 모드의 작동조건에 따라 각 중력가속도(G값) 작동조건과 함께하는 수질의 실험결과 그래프

도 5는 본 발명의 여과장치에 의한 최적의 작동조건 하에 탁도 처리의 특징을 나타내는 그래프

도 6은 본 발명의 여과장치에 의한 최적의 작동조건 하에 색도 처리의 특징을 나타내는 그래프

도 7은 본 발명의 여과장치에 의한 최적의 작동조건 하에 PO_4-P의 색도 처리의 특징을 나타내는 그래프

도 8은 본 발명의 여과장치에 의한 최적의 작동조건 하에 T-P 처리의 특징을 나타내는 그래프

도 9는 본 발명의 여과장치에 의한 최적의 작동조건 하에 COD 처리의 특징을 나타내는 그래프

도 10은 본 발명의 여과장치의 각 처리 특징을 나타내는 그래프

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0022] 이하, 본 발명에 따른 총인제거를 위한 응집혼화반응 일체형 직접여과장치의 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조로 하여 상세히 설명한다. 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위하여 제공되는 것이다.

[0023] 본 발명에서는 하수 2차 처리수의 총인(T-P) 처리를 위해 부상여재가 이용되었으며 혼화, 플록형성, 여과가 단일여과지 내에서 이루어지는 일체형 직접여과 공정을 구성하고, 교반강도(G 값)에 따른 처리특성과 최적의 교반강도에서의 처리특성에 대하여 연구하였다.

[0024] 이에 상기한 처리특성의 연구를 위한 본 발명의 직접여과장치의 구성을 상세하게 설명하도록 한다.

[0025] 도 1은 본 발명에 따른 총인제거를 위한 응집혼화반응 일체형 직접여과장치의 개략적인 구성 사시도를 도시한 것이다.

[0026] 도 1에 도시한 바와 같이, 본 발명에 따른 총인제거를 위한 응집혼화반응 일체형 직접여과장치는 도시하수의 원수가 유입되는 원수유입탱크(1)와 여과 후 폐수가 유입되는 폐수탱크(5)의 사이에 하부여과몸체(3a)와 상부여과몸체(3b)로 이루어진 단일여과지(3)를 배치하여, 응집-혼화(플록형성)-여과공정이 상기 단일여과지(3) 내에서

한번에 이루어지도록 한 것이다. 이러한 단일여과지(3)는 하부에 교반기(4)가 내부에 설치한 응집층과 상부에 부상여재(6)가 내부에 충진된 여과층으로 구성된 여과조(7), 상기 여과조(7) 상면에 배치된 스트레이너(8) 및 상기 스트레이너(8) 위의 여과조(7) 상부에 연결된 월류조(9)를 포함한다.

[0027] 이와 같이 구성되는 본 발명의 직접여과장치는 단일여과지(3)의 하부여과몸체(3a) 하단의 원수유입배관(10)을 통해 도시하수의 원수를 원수공급펌프(11)에 의해 원수유입탱크(1)로부터 상기 하부여과몸체(3a) 내로 유입시키고, 하부여과몸체(3a)의 하부에 형성된 약품유입배관(14)을 통해 총인제거를 위해 황산알루미늄(Alum) 또는 폴리염화알루미늄(PAC)과 같은 응집제를 상기 하부여과몸체(3a) 내로 유입시키며, 상부의 유출구(13)에서 여과 후 폐수가 유출되는 상향류 여과방식으로 운전된다.

[0028] 원수는 원수공급펌프(11)에 의해 원수유입탱크(1)로부터 원수유입배관(10)을 통해 하부여과몸체(3a)의 내부인 zone 1(32)으로 유입된다.

[0029] 응집제는 약품공급펌프(12)에 의해 약품유입탱크(2)로부터 약품유입배관(14)을 통해 하부여과몸체(3a)의 내부인 zone 1(32)으로 유입된다.

[0030] 하부여과몸체(3a)의 하부면에는 내부 공간부가 형성된 원통구조물(20)이 형성된다.

[0031] 원통구조물(20)은 일측면에 약품유입배관(14)이 관통하여 결합되고, 타측면에 공기가 이동하는 블로어배관(15a)이 관통되어 결합되고, 내부 공간부의 상부와 하부에 각각 상부베어링(21)과 하부베어링(22)이 결합되고 상부베어링(21)과 하부베어링(22)을 상부와 하부에 각각 결합한 커플링(23)이 형성된다.

[0032] 블로어배관(15a)은 일측에 블로어밸브(15b)와 공기를 공급하는 블로어(Blower)(15)가 결합되어 있다.

[0033] 커플링(23)은 내부가 비어 있는 중공 형태이며, 외주면에 복수의 커플링구멍(23a)이 형성되며, 원통구조물(20)의 하부 외측의 모터축(24)과 모터(25)에 결합되어 회전한다.

[0034] 하부여과몸체(3a)의 내부에는 커플링(23)과 연결된 교반기(4)가 형성된다.

[0035] 교반기(4)는 중심에 내부가 비어 있는 중공의 교반축(16)이 상향식으로 세워져 형성되고, 상기 교반축(16)의 길이 방향으로 일정 간격마다 제1 교반날개(4a), 제2 교반날개(4b), 제3 교반날개(4c)가 결합된다.

[0036] 교반축(16)의 하부 끝단은 하부여과몸체(3a)를 관통하여 커플링(23)의 상부에 연통되어 결합된다.

[0037] 교반축(16)의 하단에는 zone 1(32)에 위치한 부분에 복수의 통기공(17)이 형성된다.

[0038] 약품유입배관(14)을 통해 유입된 약품(응집제)은 회전하는 커플링(23)의 커플링구멍(23a)으로 유입되고 커플링(23)의 회전력에 의해 상부 방향으로 상기 커플링(23)에 연통된 교반축(16)으로 이동하며 상기 교반축(16)에 형성된 통기공(17)을 통과하여 zone 1(32)으로 급속 확산된다.

[0039] 제1 교반날개(4a), 제2 교반날개(4b), 제3 교반날개(4c)는 순차적으로 사이즈가 작아지고, 제1 교반날개(4a)와 제2 교반날개(4b)의 사이의 공간을 구획하는 하부격벽(30)이 형성되며, 제2 교반날개(4b)와 제3 교반날개(4c)의 사이의 공간을 구획하는 상부격벽(31)이 형성된다.

[0040] zone 1(32)은 제1 교반날개(4a)이 회전하는 공간이고, 원수유입배관(10)을 통해 원수가 유입되며, 약품유입배관(14), 커플링(23)의 커플링구멍(23a), 교반축(16)의 통기공(17)을 통해 약품이 유입되어 급속 혼화되는 구역이다.

[0041] zone 1(32)은 원수와 약품(응집제)이 제1 교반날개(4a)에 의해 급속으로 혼화되고 하부격벽(30)에 형성된 하부격벽구멍(30a)을 통과하여 zone 2(33)로 이동된다.

[0042] zone 1(32)은 교반 강도가 제일 높으며 약품(응집제)을 공급하여 약품 확산 효율을 개선한다.

[0043] 수중의 오염물질은 - 전하를 띄고 있고, 주입되는 응집제가 Al3+ 이온으로 양전하를 띈다. 따라서, zone 1(32)에서 원수와 약품(응집제)의 효율적인 교반이 중요하다.

[0044] zone 2(33)는 제2 교반날개(4b)가 회전하는 공간이고, 원수가 이동하면서 응집제가 혼화된 오염입자가 미세플록(Microfloc)으로 성장한다.

[0045] zone 2(33)는 원수와 약품(응집제)이 제2 교반날개(4b)에 의해 혼화되고 미세플록이 성장하는 제1 완속 혼화구역이며, 상부격벽(31)에 형성된 상부격벽구멍(31a)을 통과하여 zone 3(34)으로 이동된다.

[0046] zone 3(34)은 제3 교반날개(4c)가 회전하는 공간이고, 원수가 이동하면서 응집제가 혼화된 오염입자가 조대플록(Macro-floc)으로 성장한다.

[0047] zone 3(34)에서 조대플록으로 성장하며 여과층으로 이동하며, 부상여재(6)의 여과층에서 조대플록으로 성장된 오염입자가 여과 제거된다.

[0048] zone 1(32)은 원수와 약품(응집제)가 혼화되는 급속 혼화 구역이고, zone 2(33)는 원수에서 응집제와 반응한 오염입자가 미소플록으로 성장하는 제1 완속 혼화 구역이고, zone 3(34)는 원수에서 응집제와 반응한 오염입자가 조대플록으로 성장하는 제2 완속 혼화 구역이다.

[0049] 하부격벽(30)과 상부격벽(31)은 zone 1(32), zone 2(33), zone 3(34)을 구분하는 격벽이다.

[0050] 하부격벽(30)과 상부격벽(31)에 의해 zone 1(32), zone 2(33), zone 3(34)과 같이 영역이 구분되지 않는 경우 응집층 내에서 플록의 점진적인 성장을 기대하기 어렵다.

[0051] 응집층 내에서 영역 구분없이 전체적인 교반이 이루어지는 경우, 하부에서 상부로 원수가 이동하면서 플록의 성장 구분이 안되는 한계가 있다.

[0052] zone 1(32), zone 2(33), zone 3(34)에 남겨진 플록은 zone 1(32), zone 2(33), zone 3(34)에 결합된 역세슬러지 드레인배관(19)을 통해 배출된다.

[0053] 교반축(16)의 통기공(17)은 약품이 배출되거나 공기 역세 운전 시 가동되는 블로어(Blower)(15)에 의해 공기가 배출된다. 따라서, 본 발명의 여과장치는 약품 공급과 공기 공급을 교대로 수행할 수 있다.

[0054] zone 1(32)은 통기공(17)을 통해 약품을 공급하거나 역세(Back Washing) 시 공기를 공급하게 된다.

[0055] 하부격벽구멍(30a)은 하부격벽(30)의 가운데에 교반축(16)이 통과하는 부분이고, 상부격벽구멍(31a)은 상부격벽(31)의 가운데에 교반축(16)이 통과하는 부분이다.

[0056] 격벽구멍의 크기는 상부격벽구멍(31a)의 크기가 하부격벽구멍(30a)의 크기보다 더 크게 형성된다.

[0057] 본 발명의 여과장치에 의한 상향류 여과방식의 구체적인 운전방식은 다음과 같다.

[0058] zone 1(32)은 원수유입배관(10)을 통해 원수가 유입되고, 약품유입배관(14)을 통해 유입된 약품(응집제)가 커플링(23)의 커플링구멍(23a)으로 유입되어 상기 커플링(23)이 결합된 중공의 교반축(16)의 통기공(17)으로 배출된다.

[0059] zone 1(32)은 유입된 원수와 약품(응집제)이 제1 교반날개(4a)에 의해 급속으로 혼화되고 하부격벽구멍(30a)을 통과하여 zone 2(33)로 이동된다.

[0060] zone 2(33)는 zone 1(32)에서 유입된 원수와 약품(응집제)이 제2 교반날개(4b)에 의해 혼화되고, 응집제가 혼화된 오염입자가 미세플록(Microfloc)으로 성장한다.

[0061] zone 3(34)은 zone 2(33)에서 유입된 원수와 미세플록으로 성장한 오염입자가 제3 교반날개(4c)에 의해 혼화되고, 원수가 이동하면서 응집제가 혼화된 오염입자가 조대플록(Macro-floc)으로 성장한다.

[0062] 격벽(에 의해 구분된 zone 1(32), zone 2(33), zone 3(34)을 이동하면서 원수에서 응집제와 반응한 오염입자는 점진적으로 크게 성장한다.

[0063] 여과조(7) 하단의 모터(25)와 연결되어 회전운동하는 교반기(4)를 통해 상기 여과조(7)의 하부의 응집층에서 응집제가 원수에 혼화되어 상향류 흐름에 의해 위쪽으로 이동하게 된다. 이후 여과층을 이루는 여과조(7) 상부의 부상여재(6)는 비중 1 이하의 인공섬유여재로써, 상기 교반기(4)의 응집층으로부터 응집제가 혼화된 원수가 상향류 흐름에 의해 상기 여과조(7) 상부의 여과층에 도달하여 부상여재(6)를 통과하면서 여과된다.

[0064] 즉 본 발명의 여과장치는 여과조(7) 하부에서 회전운동하는 교반기(4)와, 교반축(16)의 통기공(17)을 통해서 응집제가 zone 1(32)에서 도시하수의 원수에 혼화되고, 상향류 흐름에 의해 위쪽으로 이동하면서 미소플록의 형성과 조대플록으로 성장하여 부상여재(6)의 여과층에 의해 여과되어 제거되고, 여과 후 폐수는 월류조(9)에 머물다가 오버플로우(over flow) 되면서 여과조(7) 상부의 유출구(13)로 통해 유출되어 폐수탱크(5)로 유입된다. zone 1(32), zone 2(33), zone 3(34)에 남겨진 플록은 여과조(7) 하부에 연결된 역세슬러지 드레인배관(19)을 통해 배출된다.

[0065] 상기 여과조(7) 하부의 교반기(4)는 3개의 구역(zone 1(32), zone 2(33), zone 3(34))이 하부격벽(30)과 상부

격벽(31)에 의해 구분되며, 중심부에 세워지는 교반축(16)의 길이방향으로 다수의 교반날개(4a)(4b)(4c)가 일정 간격을 두고 연결된다. 이러한 교반날개(4a)(4b)(4c)는 크기의 변화에 따라 제1 교반날개(4a)는 두텁고 길며, 제2, 3 교반날개(4b)(4c)로 갈수록 얇고 짧게 구성하게 된다. 이러한 교반기(4)의 교반날개(4a)(4b)(4c) 구조는 응집제의 혼화를 잘 유도하고, 약품의 급속 확산(zone 1), 미소플록(zone 2)과 조대플록(zone 3)으로 점진적인 플록의 성장을 도와주는 역할을 한다. 또한 상기 교반기(4)는 교반축(16)에 통기공(17)을 형성하여, 여과조(7) 폐색에 따른 역세공정에서 블로어(15)로 하부의 상기 통기공(17)을 통해 공기를 여과조(7) 내에 주입하여, 원수의 교반과 공기혼합을 동시에 수행함으로써 역세효율을 높인다.

[0066] 다음은 본 발명의 직접여과장치의 실시예를 설명하도록 한다.

[0067] **Ⅰ. 실시예**

[0068] **1. 실험장치 및 재료**

[0069] 부상여재가 적용된 응집-플록형성 공정이 일체화된 본 발명의 직접여과장치는 여과기의 하부에 3개의 교반기를 이용하여 인라인으로 주입된 응집제가 원수와 반응하여 혼화, 플록형성, 여과가 진행된다. 교반 일체형 직접여과장치의 단일여과지는 크게 하부(컨트롤, 지지대, 모터), 중부(유입부, 교반), 상부(부상여재 및 월류, 유출구)로 나눌 수 있다. 투명 PVC를 이용하여 내부의 처리과정(원수유입, 교반, 여과, 역세 등)을 육안으로 확인할 수 있도록 하였다. 여층고를 1 m로 하였다. 상향류 여과방식으로 운전되며 상부에는 여재 유실을 방지하기 위해 스테인리스스틸로 된 스트레이너(stainless strainer)가 설치되었고 역세는 처리수를 이용하여 여과조 상부 스트레이너에서 하부로 낙수하는 방법을 이용하여 세척이 이루어졌다.

[0070] 부상여재(Floating media)는 PS(Polystyrene) 재질로 직경 2~3 ㎜, 비중 0.026로 그 특성을 다음의 표 1에 나타내었고, 여재표면의 전자현미경(SEM, scanningelectronic microscope) 사진은 도 2에 나타내었다.

표 1

[0071] -부상여재의 특징

물리적 성질	단위	값
크기	㎜	1~2
밀도	kg/㎥	25
구체적인 비중	-	0.026
재질	-	Polystyrene
압축강도	N/㎠	14~20
굽힘 강도	N/㎠	31~39
인장 강도	N/㎠	31~40
구체적인 표면적	㎡/㎥	App. 2,000

[0073] **2. 원수 특징 및 운전조건**

[0074] **2.1. 교반강도(G값)에 따른 처리특성 연구**

[0075] 인천 N공공하수처리시설에서 하수 2차 처리수를 본 발명의 교반일체형 직접여과장치 시험설비의 원수로 하여 실험을 진행하였다. 이때 사용된 원수 특성은 다음의 표 2와 같다. PO_4-P와 T-P는 각각 0.95~1.03 mg/L, 1.23~1.29 mg/L로 나타났으며, 색도는 8.3~8.9 Pt-Co, 탁도는 0.75~0.91NTU, COD_{Mn}는 6.0~6.3 mg/L로 안정적인 유입수질을 보였다.

표 2

[0076] - 교반강도(G값) 실험을 위한 원수의 특징

변수	단위	등급	평균
탁도	NTU	0.75~0.91	0.83
색도	Pt-Co	8.3~8.9	8.6
PO_4-P	mg/L	0.95~1.03	0.98
T-P	mg/L	1.23~1.29	1.26

COD_{Mn}	mg/L	6.0~6.3	6.2

[0078] 시험설비의 교반날개가 달려있는 교반기의 플록형성지는 유입부, 중간부, 유출부로 구역Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ으로 나누어 세 개의 교반날개를 설치하였으며, 설치된 교반날개의 크기는 하부 R320×H320 mm, 중부R232×H220 mm, 상부 R143×H120 mm으로 각 교반날개가 설치된 곳의 G값 변화 운전조건은 다음의 표 3에 나타내었다. 이론적 교반강도인 모드 A의 교반속도 45~50 rpm보다 낮을 것으로 예상하고, 모드 A보다 교반속도를 감소시킨 모드 B, 모드 C에 대해 시험설비를 이용해 연구하였다.

표 3

[0079] - 교반강도(G값) 실험을 위한 작동조건

모드	Rpm	$G_1(S^{-1})$	$G_2(S^{-1})$	$G_3(S^{-1})$
A	45~50	70.49~82.56	39.04~45.72	18.68~21.87
B	30~35	38.97~48.35	21.25~26.78	10.17~12.81
C	20~25	20.89~29.19	11.57~16.17	5.53~7.73

[0081] **2.2. 시험설비 연속운전에 따른 처리특성 연구**

[0082] 상기의 연구 결과에 따라 PACl 17%, 응집제 주입량 3.0 moleAl/moleP, 여과속도 200 m/day, 여과유량 2.88 m3/day, 체류시간 12.24 min, 교반속도 30~35 rpm로 운전되었다. 교반속도 30~35 rpm에 의한 교반강도 G1 38.97 S^{-1}, G2 21.25~26.78 S^{-1}, G3 10.17~12.81 S^{-1}로 최적 운전조건을 설정하여 연속운전을 실시하였다.

[0083] 다음의 표 4는 최적운전조건에서 시험설비의 원수 특징을 나타내었으며, 탁도 0.72~0.90 NTU, PO_4-P와 T-P는 각각 2.96~3.54 mg/L, 3.39~3.62 mg/L로 나타났으며, 색도 8.0~8.9 Pt-Co, COD 7.9~8.5 mg/L로 나타났다. 또한 탁도를 기준으로 처리수 탁도가 원수 탁도보다 높을 때 역세를 수행하였으며, 운전기간 동안 360 min과 720 min에서 역세가 이루어졌다.

표 4

[0084] - 시험설비의 원수 특징

변수	단위	등급	평균
탁도	NTU	0.72~0.90	0.79
색도	Pt-Co	8.00~8.90	8.48
PO_4-P	mg/L	2.96~3.54	3.22
T-P	mg/L	3.39~3.62	3.51
COD_{Mn}	mg/L	7.9~8.5	8.21

[0086] **3. 분석항목 및 분석방법**

[0087] 연구기간동안 분석항목은 U.S. Standard Methods를 기준으로 한 HACH kit를 사용하여 분석하였다. HACH(USA)사의 Hot Plate (COD Rector)와 UV를 이용하여, NH3-N, T-N, PO4-P, T-P를 측정하였다. SS 측정은 GF/C Filter 여과법, COD는 $KMnO_4$를 이용한 망간법으로 공정시험방법에 준하여 분석하였다. 또한 수온, pH, DO 및 탁도는 포터블 기기로 측정하였다.

[0089] **Ⅱ. 결과 및 고찰**

[0090] **1. 교반강도(G) 값에 따른 처리특성**

[0091] 도 3 및 4는 교반강도 변화에 따른 운전조건(모드 A, B, C)별 시험설비의 운전결과를 나타내었다. 모드 A, B, C의 운전조건에서 탁도 제거율은 각각 85.71~90.36%, 94.44~100%, 74.67~81.48%로 나타나 교반속도 30~35 rpm인 모드 B에서 탁도제거 효율이 이론적 최적 설계값인 교반속도 45~50 rpm인 모드 A와 교반속도 20~25 rpm인 모드 C에 비해 탁도 제거율이 높게 나타났다. 색도와 COD의 평균 제거율은 각각 모드 A에서 58.49%, 3.66%, 모드 B에서 62.0%, 7.64%, 모드 C에서 48.70%, 3.63%로 모드 B에서 62.0%, 7.64%에서 가장 높은 제거율을 나타내었지만 교반강도에 관계없이 COD 제거율은 낮게 나타났다.

[0092] PO_4-P, T-P 제거율은 각각 모드 A에서 75.49~78.35%, 75.20~78.29%, 모드 B에서 80.21~84.16%, 75.81~81.45%, 모드 C에서 77.89~80.61%, 74.22~84.68%로 나타났으며, 교반강도 감소에 따라 각각의 처리수 T-P 평균농도는 0.3 mg/L, 0.26 mg/L, 0.29 mg/L로 유출되어 이론적 최적 설계 교반강도보다 낮은 모드 B에서 T-P 처리효율이 가장 높게 나타났다.

[0093] 일반적으로 플록형성조는 혼화조에서 불안정화된 입자들을 적절한 에너지를 주어 플록을 성장시킨다. 입자의 성장은 교반강도, 충돌시간과 충돌횟수에 따라 달라지며, 시험설비의 운전결과 이론적 최적 설계 교반강도인 모드 A에서는 플록의 성장되지 못하고 오히려 깨어진 것으로 판단되며, 모드 C의 교반강도는 너무 느려 플록의 성장이 느려 여과에 적합한 플록을 성장시키지 못한 것으로 판단된다.

[0094] 따라서 본 발명에서 최적 교반강도(G값)는 30~35 rpm으로 운전된 모드 B(G값 하부 38.97~48.35 S^{-1}, 중부 21.25~26.78 S^{-1}, 상부 10.17~12.81 S^{-1})로 판단된다.

[0095] **2. 시험설비 연속운전에 따른 처리특성**

[0096] 도 5 내지 10은 최적운전 조건에서 시험설비의 처리특성을 나타낸 것으로 탁도는 0.72~0.90 NTU로 유입되어 0.03~0.29 NTU로 제거율 64.63~96.39(평균 80.41)%로 높은 제거율을 보였다. 반면에 원수 색도는 8.0~8.9 Pt-Co로 낮은 농도로 유입되어 4.0~5.7 Pt-Co로 처리되어 제거율 30.49~51.81(평균 40.48)%로 다소 낮은 제거율을 보였다. PO_4-P, T-P는 각각 2.96~3.54 mg/L, 3.39~mg/L로 유입되었으며, 각각의 처리수 농도 및 평균 제거율은 0.11~0.20 mg/L, 95.06%, 0.18~0.25 mg/L, 93.96%로 인 제거율은 안정적이면서 높은 제거율은 나타내었다. COD 원수 7.90~8.50 mg/L, 처리수 7.70~8.30 mg/L로 제거율은 평균 2.07%로 거의 제거되지 않았다. 이는 원수로 사용된 하수 2차 처리수의 COD 성분이 대부분 용해성이므로 응집-여과공정에서 제거율이 낮은 것으로 판단된다.

[0098] **Ⅲ. 결 론**

[0099] 본 발명에서 도시하수 2차 처리수의 인 제거를 위한 일체형 직접여과시스템의 시험설비를 운전한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

[0100] 1) 모드 A, B, C의 운전조건에서 탁도제거율은 각각 85.71~90.36%, 94.44~100%, 74.67~81.48%로 나타나 교반속도 30~35 rpm인 모드 B에서 탁도제거 효율이 이론적 최적 설계값인 교반속도 45~50 rpm인 모드 A와 교반속도 20~25 rpm인 모드 C에 비해 탁도 제거율이 높게 나타났다.

[0101] 2) PO_4-P, T-P 제거율은 각각 모드 A에서 75.49~78.35%, 75.20~78.29%, 모드 B에서 80.21~84.16%, 75.81~81.45%, 모드 C에서 77.89~80.61%, 74.22~84.68%로 나타났으며, 교반강도 감소에 따라 각각의 처리수 T-P 평균농도는 0.3 mg/L, 0.26 mg/L, 0.29 mg/L로 유출되어 이론적 최적 설계 교반강도보다 낮은 모드 B에서 T-P 처리효율이 가장 높게 나타났다.

[0102] 본 발명에서 최적 교반강도(G값)는 30~35 rpm으로 운전된 모드 B(G값 하부 38.97~48.35 S^{-1}, 중부 21.25~26.78 S^{-1}, 상부 10.17~12.81 S^{-1})로 판단된다.

[0103] 4) 최적운전 조건에서 시험설비의 운전결과 탁도 제거율 64.63~96.39(평균 80.41)%로 높은 제거율을 보였다. 반면에 색도는 제거율 30.49~51.81(평균 40.48)%로 다소 낮은 제거율을 보였다. PO_4-P, T-P는 각각 2.96~3.54 mg/L, 3.39~3.62 mg/L로 유입되었으며 각각의 처리수 농도 및 평균 제거율은 0.11~0.20 mg/L, 95.06%, 0.18~0.25 mg/L, 93.96%로 인 제거율은 안정적이면서 높은 제거율은 나타내었다. 반면에 COD 원수 7.90~8.50

mg/L, 처리수 7.70~8.30 mg/L로 제거율은 평균 2.07%로 거의 제거되지 않았다.

[0104] 이는 원수로 사용된 하수2차 처리수의 COD 성분이 대부분 용해성이므로 응집-여과공정에서 제거율이 낮은 것으로 판단된다.

[0105] 이상과 같이 본 발명에 따른 총인제거를 위한 응집혼화반응 일체형 직접여과장치에 대해서 예시한 도면을 참조로 하여 설명하였으나, 본 명세서에 개시된 실시예와 도면에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술사상의 범위 내에서 당업자에 의해 다양한 변형이 이루어질 수 있음은 물론이다.

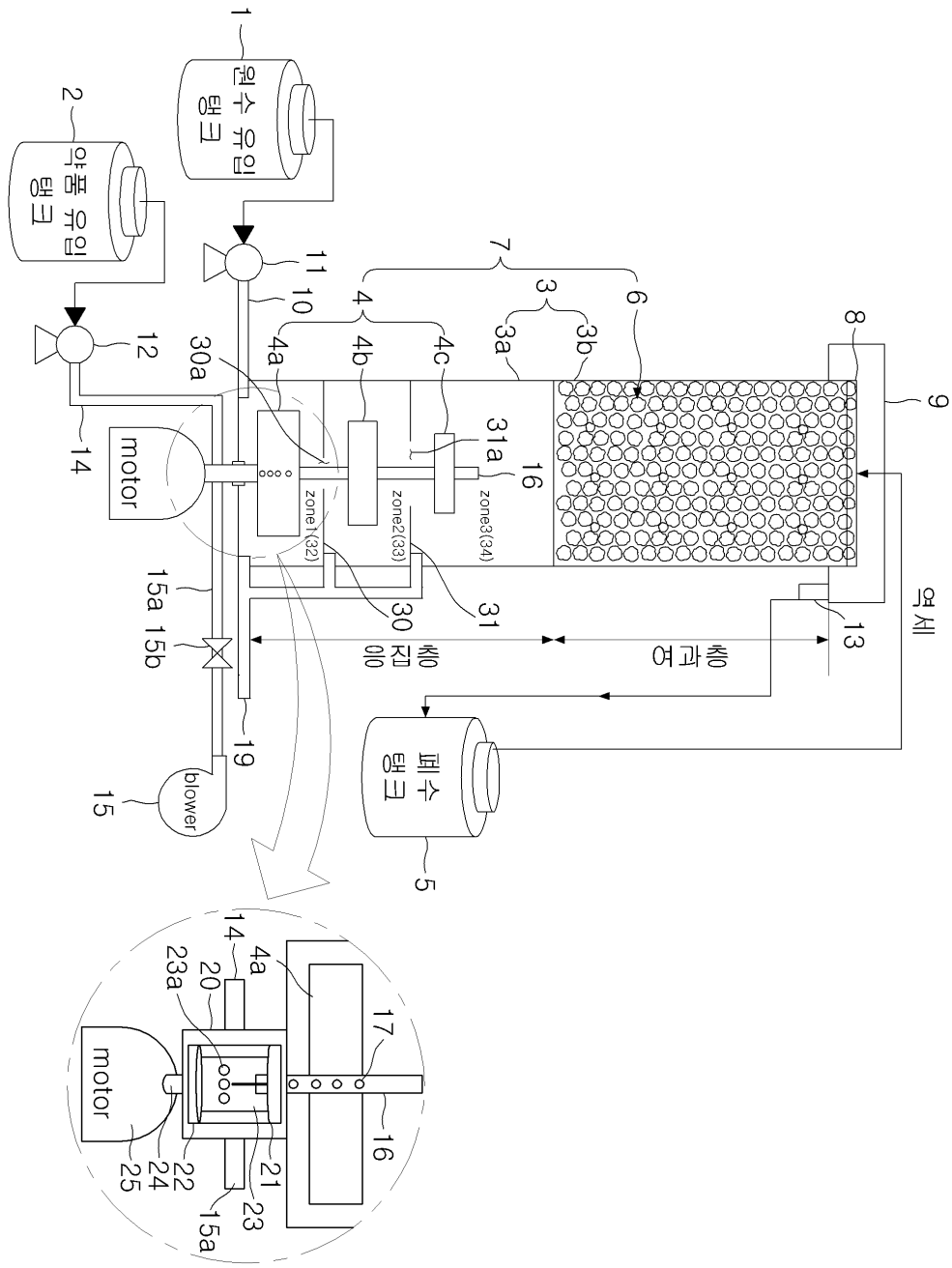
부호의 설명

[0106]

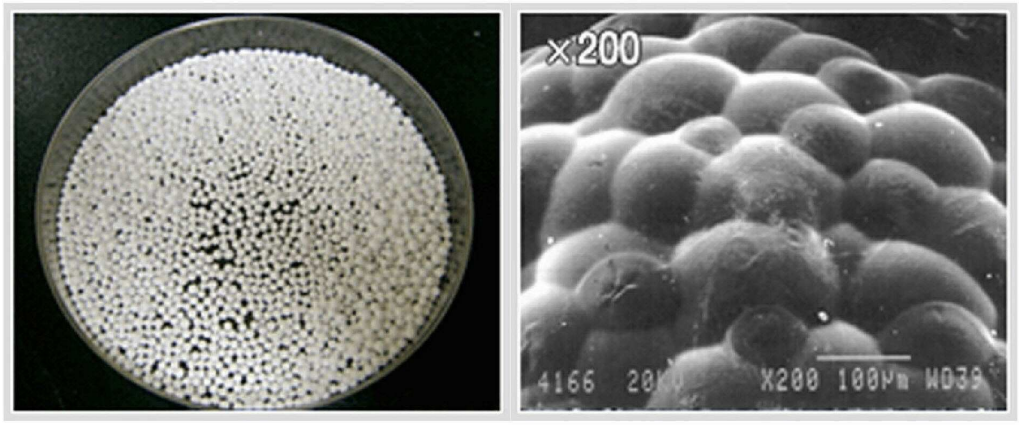
1: 원수유입탱크
2: 약품유입탱크
3: 단일여과지
3a: 하부여과몸체
3b: 상부여과몸체
4: 교반기
4a: 제1 교반날개
4b: 제2 교반날개
4c: 제3 교반날개
5: 폐수탱크
6: 부상여재
7: 여과조
8: 스트레이너
9: 월류조
11: 원수공급펌프
12: 약품공급펌프
13: 유출구
14: 약품유입배관
15: 블로어
16: 교반축
17: 통기공
20: 원통구조물
21: 상부베어링
22: 하부베어링
23: 커플링
23a: 커플링구멍
24: 모터축
25: 모터
30: 하부격벽
30a: 하부격벽구멍
31: 상부격벽
31a: 상부격벽구멍
32: zone 1
33: zone 2
34: zone 3

도면

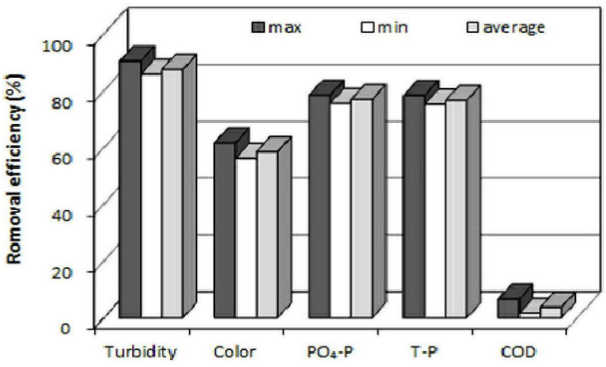
도면1


원수 유입 탱크
약품 유입 탱크
폐수 탱크
motor
blower
zone1(32)
zone2(33)
zone3(34)
집진층
여과층
역세

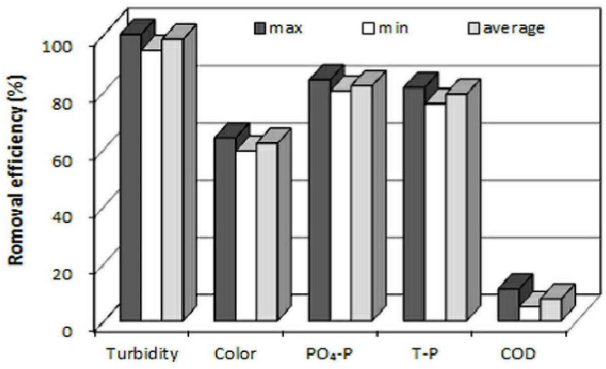
도면2



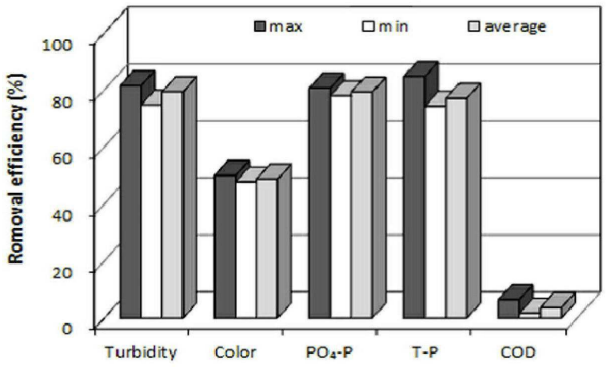
도면3



(a) 모드 A(45~50rpm)

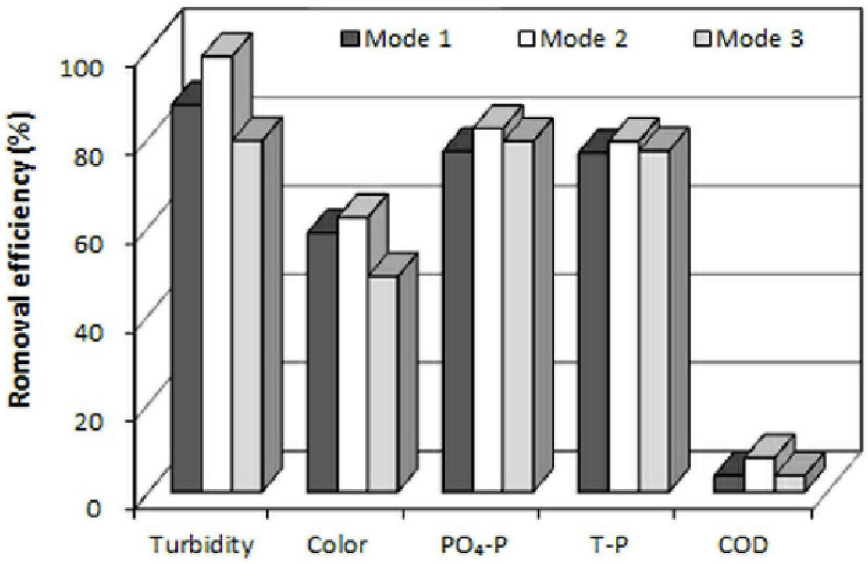


(b) 모드 B(30~35rpm)

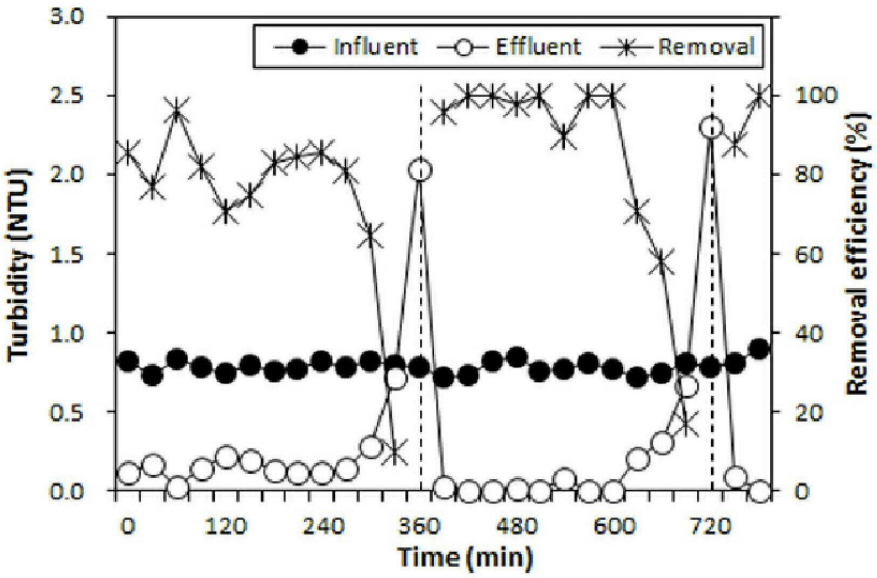


(c) 모드 C(20~25rpm)

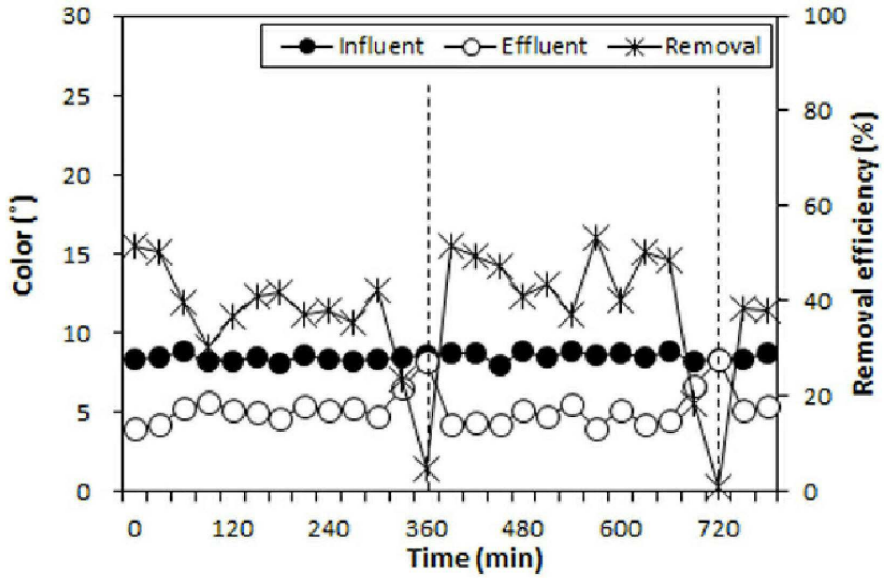
도면4


Mode 1
Mode 2
Mode 3
Romoval efficiency (%)
100
80
60
40
20
0
Turbidity
Color
PO4-P
T-P
COD

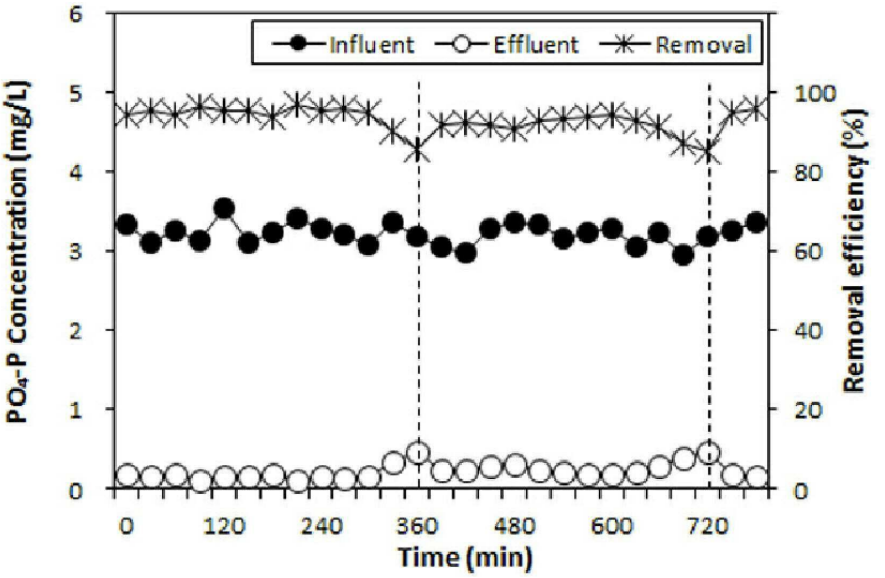
도면5


Influent
Effluent
Removal
Turbidity (NTU)
Removal efficiency (%)
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
100
80
60
40
20
0
0
120
240
360
480
600
720
Time (min)

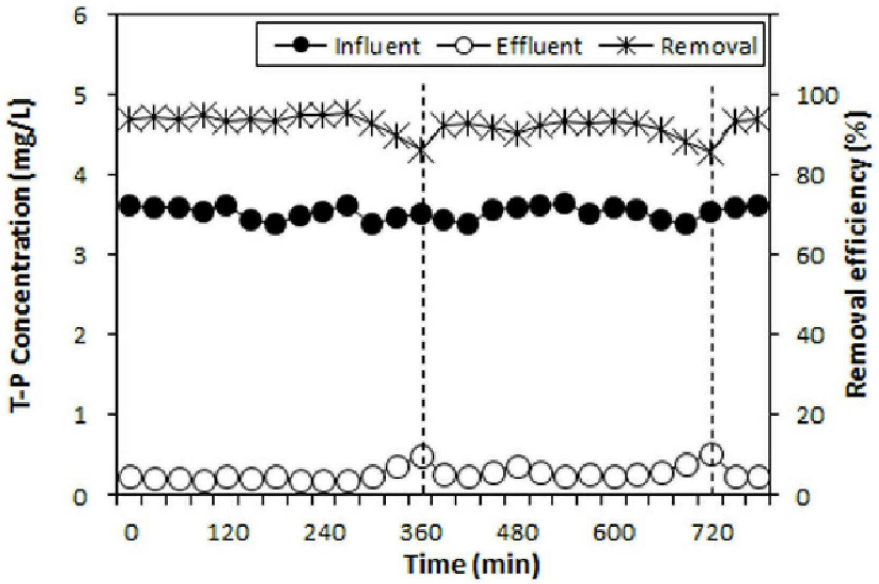
도면6


Influent
Effluent
Removal
Color (°)
Removal efficiency (%)
Time (min)
0
120
240
360
480
600
720
0
5
10
15
20
25
30
0
20
40
60
80
100

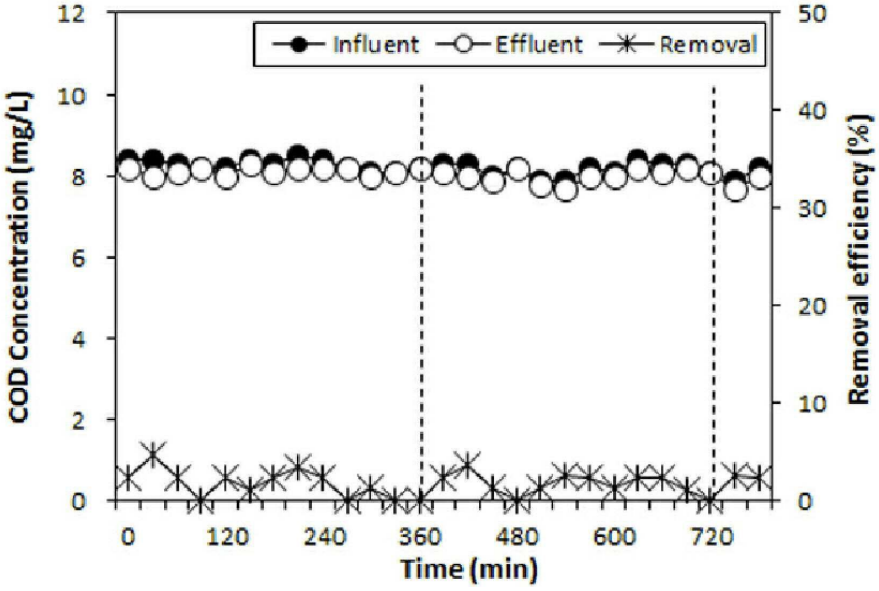
도면7


Influent
Effluent
Removal
PO4-P Concentration (mg/L)
Removal efficiency (%)
Time (min)
0
120
240
360
480
600
720
0
1
2
3
4
5
6
0
20
40
60
80
100

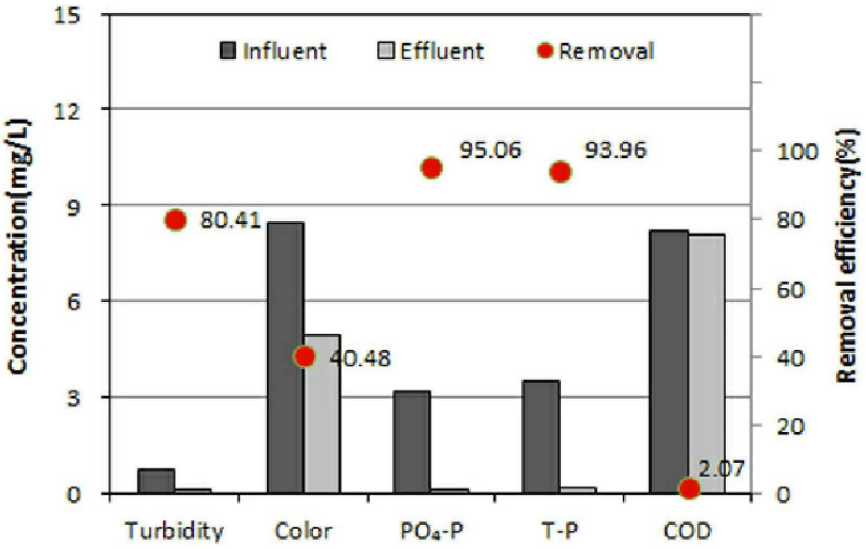
도면8


Influent
Effluent
Removal
T-P Concentration (mg/L)
Removal efficiency (%)
Time (min)
0
120
240
360
480
600
720
1
2
3
4
5
6
20
40
60
80
100

도면9


Influent
Effluent
Removal
COD Concentration (mg/L)
Removal efficiency (%)
Time (min)
0
120
240
360
480
600
720
2
4
6
8
10
12
10
20
30
40
50

도면10


Influent
Effluent
Removal
Concentration(mg/L)
Removal efficiency(%)
15
12
9
6
3
0
100
80
60
40
20
0
80.41
40.48
95.06
93.96
2.07
Turbidity
Color
PO4-P
T-P
COD