



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년11월09일  
(11) 등록번호 10-0926000  
(24) 등록일자 2009년11월03일

(51) Int. Cl.

C02F 1/52 (2006.01) C02F 1/48 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0120491

(22) 출원일자 2008년12월01일

심사청구일자 2008년12월01일

(56) 선행기술조사문헌

JP19216143 A

KR1020040056607 A

(73) 특허권자

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 궁동 220번지 충남대학교

(72) 발명자

왕창근

대전광역시 유성구 노은동 498-2

(74) 대리인

민만호

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 최병철

(54) 자석 교반기를 이용한 수처리 장치 및 방법

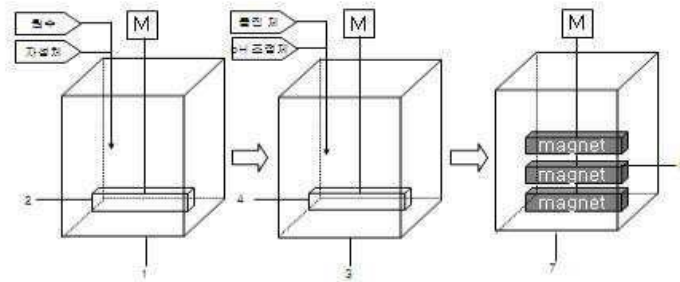
(57) 요약

상수원수 또는 하폐수 중의 콜로이드성 미세입자 물질, 미생물, 용존성 유기 및 무기물질 처리장치에 있어서,

속도조절이 가능한 교반기가 장착되고 자성체 분말 주입 수단과 응집제주입수단이 구비된 자화형성혼화조와, 속도조절가능한 자석교반기가 장착된 자석교반기처리조로 구성되어,

상수원수 또는 하폐수가 자화형성혼화조에 유입하면 교반기가 교반하면서 상기 자성체 분말과 응집제가 상수원수 또는 하폐수 내의 미세입자를 응집하여 자화된 플록(floc)을 형성하고, 상기 자화된 플록(floc)이 자석교반기가 교반하는 자석교반기처리조에 유입되어 자석교반기에 부착되어 상수원수 또는 하폐수의 미세입자를 제거함에 특징이 있는 수처리 장치 및 방법을 제공한다.

대표도 - 도2



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

상수원수 또는 하폐수 중의 콜로이드성 미세입자 물질, 미생물, 용존성 유기 및 무기물질 처리장치에 있어서, 자성체분말을 교반하는 교반기를 갖는 자성체 분말주입 교반조와 응집제를 교반하는 교반기를 갖는 응집제 주입혼화조를 구비한 자화형성혼화조 ;

자성체 분말과 응집제가 상수 또는 하폐수 내의 미세입자와 교반, 응집하여 자화된 플록(floc)을 형성하는 플록형성조;

속도 조절이 가능한 감속기와 연계된 자석교반기를 구비한 자석교반기처리조를 갖는 상수 또는 하폐수의 미세입자를 제거함을 특징으로 하는 수처리 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

자화형성혼화조에는 응집보조제 주입수단이 구비되고,

상기 자화형성혼화조의 교반방식은 교반기식, 수류식 또는 펌프확산 방식 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 수처리 장치.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기의 자성체 분말은 산화철 폐촉매, 마그네타이트, 자철광 분말을 1종 또는 2종 이상 혼합하여 사용하고,

응집제는 무기응집제인 황산알루미늄( $Al_2(SO_4)_3$ ), 폴리염화알루미늄(PAC), 황산제1철, 황산제2철, 염화제2철, 칼륨명반, 알루미늄산나트륨, 암모늄명반, 염화코퍼러스, 페록(상품명), 점토, 수산화칼슘, 산화칼슘, 황성규산, 또는 유기응집제인 고분자응집제, 양이온 계면활성제, 음이온 계면활성제 중 1종 또는 2종이상의 혼합물을 사용하고,

응집보조제는 산, 알칼리, 황성규사, POLYELECTROLYTES, 점토 중 1종 또는 2 종이상의 혼합물을 사용하고,

자석교반기 형태는 수직축패들형, 수평축 패들형, 원추형, 프로펠러형, 평판형, 다공판형 중 어느 하나인 것에 특징을 갖는 수처리 장치.

### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 자석교반기처리조에는 속도조절이 가능한 교반기가 하나 또는 둘 이상 장착된 것을 특징으로 하는 수처리 장치.

### 청구항 5

상수원수 또는 하폐수 중의 콜로이드성 미세입자 물질, 미생물, 용존성 유기 및 무기물질 처리 방법에 있어서,

상수원수 또는 하폐수에 자성체분말과 응집제를 주입하고 교반하여 자화된 플록을 형성하는 제1공정,

상기 제1공정을 거친 후 자화된 플록을 자석교반기가 교반하면서 자석교반기에 자화된 플록을 부착함으로써 상수 또는 하폐수의 미세물질을 제거하는 제2공정,

상기 제2공정 후에 자석교반기를 제2공정의 교반강도보다 더 강하게 교반하거나 전자석형의 경우 자력을 일시적으로 소멸시키고 자석교반기를 교반하여 자석교반기에 부착된 자화된 플록을 탈리시키는 제3공정,

상기 제3공정의 탈리된 플록을 포함하는 처리대상수를 슬러지침전처리공정으로 처리하는 공정으로 이루어진 수처리 방법.

### 청구항 6

제5항에 있어서,

제1공정에서 응집보조제를 추가 주입하고 교반하여 자화된 플록을 형성하는 방식은 교반기 방식, 수류식 또는 펌프확산방식이고,

제2공정의 자석교반기 형태는 수직축패들형, 수평축 패들형, 원추형, 프로펠러 형, 평판형 또는 다공판형이고 자석교반기는 영구자석형 또는 전자석형인 것에 특징이 있는 수처리 방법.

#### 청구항 7

제5항 또는 제6항에 있어서,

제1공정은 자성체분말주입교반공정과 응집제주입혼화공정으로 분화되어 자성체분말주입교반공정은 자성체분말이 주입되고 응집제주입혼화공정에는 응집제와 선택적으로 응집보조제가 주입되며, 제2공정에 속도조절이 가능한 통상의 교반기를 추가로 구비된 것을 특징으로 하는 수처리 방법.

#### 청구항 8

제5항에 있어서,

자성체 분말은 산화철 폐촉매, 마그네타이트, 자철광 분말을 단독으로 또는 혼합하여 사용하는 것을 특징으로 하는 수처리 방법.

#### 청구항 9

제5항 또는 제8항에 있어서,

응집제는 무기응집제인 황산알루미늄( $Al_2(SO_4)_3$ ), 폴리염화알루미늄(PAC), 황산제1철, 황산제2철, 염화제2철, 칼륨명반, 알루미늄산나트륨, 암모늄명반, 염화코퍼러스, 폐록(상품명), 점토, 수산화칼슘, 산화칼슘, 황성규산, 또는 유기응집제인 고분자응집제, 양이온 계면활성제, 음이온 계면활성제 중 1종 또는 2종이상의 혼합물을 사용하는 것을 특징으로 하는 수처리 방법.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

응집보조제는 산, 알칼리, 황성규사, POLYELECTROLYTES, 점토 중 1종 또는 2종 이상의 혼합물을 사용하는 것을 특징으로 하는 수처리 방법.

### 명 세 서

#### 발명의 상세한 설명

##### 기술 분야

<1> 본 발명은 자석 교반기(magnet flocculator)를 이용한 수처리 장치 및 방법에 관한 것으로 처리 대상 원수에 산화철 폐촉매, 마그네타이트, 자철광 분말 등과 같은 자성체를 첨가한 후 황산알루미늄, 폴리염화알루미늄 등의 알루미늄 염 또는 황산 제1철, 황산 제2철, 염화 제2철 등의 철염을 주입하여 콜로이드성 미세입자 물질, 미생물, 용존성 유기 및 무기물질과 같은 오염물질과 함께 플록(floc)을 형성시키고 이 과정에서 플록(floc)에 점착된 자성체에 의해 플록(floc)이 자성을 띠게 되며 영구자석 또는 전자석으로 제작한 자석교반기 (magnet flocculator)를 이용하여 이 자화된 플록을 자석에 부착하여 제거하는 수처리 장치 및 방법이다.

##### 배경 기술

<2> 표준정수처리공정(Conventional Water Treatment Process)에서는 약품에 의한 응집이 필수적이다. 원수 중에 부유하는 콜로이드성 미세입자는 중력에 의해서는 쉽게 침전되지 않으며 급속여과에서도 이들 대부분이 여과층에 역류되지 않고 통과한다. 따라서, 콜로이드성 미세입자 뿐만 아니라 미생물, 용존성 유기 및 무기물질을 플록(floc)화 하여 질량(mass)을 크게 함으로써 중력에 의해 쉽게 침강할 수 있게 하는 처리 과정이 필요하게 된다. 이를 위해 사용되는 약품은 황산알루미늄, 폴리염화알루미늄 등의 알루미늄염 또는 황산 제1철, 황산제2철,

염화제2철 등의 철염등이 있다. 즉, 응집제 사용은 원수 중의 콜로이드성 미세입자 물질을 침전하기 쉽고 또 여과지에서 여과내부에서 포착되기 쉬운 크고 무거운 플록(floc)형태로 전환하는데 목적이 있으며 이는 응집 후 후속 침전지와 여과지에서의 제거 효율을 극대화하는데 초점이 맞춰져 있다. 혼화지를 포함한 급속혼화시설에서는 수류식, 기계식, 펌프 확산에 의한 방법 등의 급속 혼화 방식이 사용되고 있으며 급속혼화시설에서 생성된 미소 플록을 크게 성장시키기 위해서 급속혼화시설과 침전지 사이에 플록 형성지(flocculation basin)가 위치하게 되는데 플록 형성 시간은 20~40분 정도이다.

- <3> 성장된 플록(floc)을 포함하는 물은 침전지로 이동하게 되고 침전지는 현탁물질이나 플록의 대부분을 중력침강 작용으로 제거함으로써 후속 여과지의 부담을 경감시키기 위하여 설치되는데 중력침강작용으로 인한 침전 시 2~4 시간의 장시간이 소요되기 때문에 막대한 부지 면적 및 설비가 필요하다. 침전지에서 상당 부분의 탁도 물질이 제거되어도 1~2NTU(Nephelometric Turbidity Unit)정도의 탁도는 잔류하게 되고 후속여과지에서 0.5NTU 이하까지 처리함으로써 탁도에 관한 정수과정이 완성된다고 볼 수 있다.
- <4> 기존 산업폐수처리 방법으로서 페라이트 프로세스(Ferrite Process)와 마그네타이트 분말을 이용한 고구배자력 분리(High Gradient Magnetic Separation, HGMS)가 있다.
- <5> 페라이트 프로세스는 플록(floc) 형성시 자성체의 점착에 제한이 있으며 특히 고정식 자석을 사용함으로써 제거 효율이 제한적이라는 문제점이 있다.
- <6> 또한 고구배 자력분리는 마그네타이트의 자성을 이용하여 슬러지를 빠른 시간 내에 농축 분리하기 위한 방법으로서, 폐수를 침전제로 처리한 후에 마그네타이트 분말과 응집제(polymer)를 첨가하여 고정된 전자석이 설치된 반응조에서 슬러지를 농축 분리하는 것이지만 이 또한 비효율적이라는 문제점이 있다.
- <7> 대한민국 등록특허 10-0545872호(이하 선행기술1)에는 "자철광 분말을 이용한 하폐수의 처리방법"이 공지되어 있다. 이는 자화 자철광분말을 응집의 핵으로 이용하여 하폐수 중에 함유되어 있는 부유고형물질을 응집 처리하여 침전조에서 침전 분리한 다음에 자철광회수공정에서 자철광을 회수하여 재사용하므로 슬러지 발생량을 최소화하면서 중화제 등이 필요 없기 때문에 운전비용이 저렴한 응집처리방법을 제시한다.
- <8> 대한민국 공개특허10-2004-0110352호(이하 선행기술2)에는 "마그네타이트 분말과 부영양화 물질 및 유기물 흡착제가 함유된 미세구형 과립상태인 수처리 미세과립 제조방법 및 초고속 수처리 공정" 소개되어 있다. 이는 물에 용해된 부영양화 원인 물질 및 유기화합물을 활성탄 내지는 활성탄소섬유와 약자성체인 마그네타이트 분말이 혼합된 미세 구형과립을 이용하여 쉽게 흡착, 정화하고 자력을 가해 초고속으로 분리할 수 있는 정화시스템에 관련된 분말 제조방법에 관한 것으로, 활성탄이나 활성탄소섬유에 마그네타이트를 함유시키고, 흡착 후 자력에 의한 초고속 분리할 수 있는 수처리 정화장치 시스템에 관련된 수처리 분말 제조방법에 관한 것이다.
- <9> 대한민국 공개특허 10-0479646호(이하 선행기술3)에는 "전기응집 및 자성유체분리를 조합한 산업폐수의 처리장치 및 그 처리방법"이 공지되어 있다. 이 발명에 따르면 산업 폐수 내 오염 물질과 양극에서 용출되는 금속 양이온을 전기화학적으로 결합시켜 금속성 수산화물인 플록을 생성한 후 이 플록을 자화시켜 자석으로 분리 제거함으로써, 산업 폐수 내 오염물질을 처리수 방류 규제치보다 훨씬 양질로 신속하게 처리할 수 있는 산업폐수의 처리장치 및 그 처리방법을 제공하고 있다.

<10>

## 발명의 내용

### 해결 하고자하는 과제

- <11> 상기 선행기술들은 플록을 자화시켜서 제거한다는 점에서는 종래의 기술보다는 혁신적이긴 하다.
- <12> 그러나 선행기술 1에서는 자성플록을 제거하는데 침전속도만을 향상시킨 발명일 뿐 자성플록을 제거하여야 하는 침전지를 필요하게 하는 문제점을 보였고, 선행기술 2에서는 활성탄이나 흡착제의 내부에 자화분말을 부착하여 부영양화 물질 등을 제거하는 방법을 제공하였으나 종래의 흡착공법보다 오히려 복잡하고 자화분말을 흡착제의 내부에 부착함으로써 추후에 활성탄이나 흡착제의 재생에도 많은 문제점을 유발하여 비경제적이었다.
- <13> 특히, 선행기술 3에서는 자성플록을 제거하는 공정에서 부수적인 제1자성플록분리부와 제2자성플록 분리부를 설치하여야 하며, 또한 이 제1자성플록분리부는 플록자성화부와 연결되어 있고, 자성플록이 제거되는 것도 이송관의 외주면에 설치된 다수의 자석에 의해 포집되어 제거된다. 따라서 종래 수처리 공정보다도 복잡한 구성을 취할 뿐만 아니라, 자성플록 제거방식도 종래의 자성플록을 제거하는 공정인 다수의 자석으로 자성플록을 잡아서

끄는 방식과 별반 차이를 갖지 못하여 자석과 자성플록의 인력에만 의존하여야 하는 문제점이 있어 효율이 좋지 못하였다. 이와 더불어 이송관의 외주면에 설치된 다수의 자석에 의해 포집된 슬러지를 탈리하는 적절한 방법도 제공하지 못하고 있는 문제점도 제기되었다.

- <14> 또한, 표준정수처리공정(Conventional Water Treatment Process)에서는 콜로이드성 현탁물질을 제거하기 위해 무기 또는 유기응집제를 첨가한 다음 가능한 한 빨리 교반(혼화)시켜 탁질을 미소한 플록으로 생성시키고, 생성된 미소플록을 크고 무겁게 성장시켜 중력침강작용으로 제거하고 있다.
- <15> 그러나 이러한 일반적인 정수처리공정은 미소 플록을 크고 무겁게 성장시키는데 많은 시간이 필요하고 적절한 교반 강도 및 체류시간이 확보되지 않을 시 플록 형성 효과는 크게 저하된다. 또한 생성된 플록이 중력침강 작용에 의해 침전하는데 긴 체류시간(2~4시간 정도)이 소요되기 때문에 넓은 부지 면적과 설비가 필요하게 됨으로써 건설비용이 높아지게 된다.
- <16> 따라서, 기존의 정수처리 공정에서는 원수의 탁도를 침전지 유출수 수준인 2NTU 또는 여과지 유출 수준인 0.5NTU 이하로 저감시키는데 통상 3~4시간이 필요하나 이를 획기적으로 단축함으로써 침전지와 여과지 모두를 또는 침전지를 생략할 수 있는 장치 및 방법이 요구되고 있다.
- <17> 또한 생물학적 처리공정을 주축으로 하는 하폐수 처리 공정에서도 처리수의 재이용을 위하여 또는 생물학적 처리 공정의 운전이 원활하지 못할 경우에 방류수질 향상을 위한 보조수단으로서 장시간의 체류시간과 막대한 시설을 필요로 하는 응집, 침전, 여과 과정을 대체할 수 있는 간단한 장치와 방법이 요구된다.

### 과제 해결수단

- <18> 상기와 같은 선행기술의 문제점을 해결하고 상기한 목적을 달성하기 위하여, 처리하고자 하는 상수원수 또는 하폐수에 가급적 입자 크기가 작은 산화철 폐촉매, 마그네타이트, 자철광 분말등과 같은 자성체를 주입하여 원수 중의 콜로이드성 물질과 골고루 섞인 상태가 되게 함으로써 균질화 시키고 황산알루미늄, 폴리염화알루미늄 등의 알루미늄염 또는 황산 제1철, 황산제2철, 염화제2철 등의 철염과 같은 응집제와 필요시 pH 조절을 위한 보조제를 주입하여, 즉, 혼화(Rapid Mixing) 과정을 거침으로써 플록(floc) 형성단계에서 미소 자성체를 플록에 침착 시킴으로써 플록이 자성을 띠게 한 후 영구자석 또는 전자석으로 제작된 교반기로 교반 시켜줌으로써 자화된 플록(floc)과 자석과의 출동 빈도를 크게 증가시키면서 플록을 자석에 부착, 제거한다.
- <19> 부착된 플록(floc)은 영구자석의 경우는 고속 회전으로, 전자석의 경우는 전원을 차단함으로써 자력을 일시적으로 소멸시켜 탈리시킴으로서 상기의 문제점을 해결한다.

### 효 과

- <20> 응집, 침전, 여과 공정으로 구성된 표준정수처리공정(Conventional Water Treatment Process)에서는 원수의 탁도를 침전지 유출수 수준인 2NTU 이내, 여과지 유출수 수준인 0.5NTU 이하로 저감하기 위하여 보통 3~4시간이 소요되나 본 발명을 적용할 경우 회분식 또는 연속 흐름식의 반응조 선택에 따라 10~30분 이내에 위 목적을 달성할 수 있는 현저한 효과가 나타난다.
- <21> 수처리 시간 단축은 물론 설비도 기존 플록 형성지 크기 이하의 자석 교반 설비만이 필요하게 되므로 침전지 또는 침전지와 여과지 시설 모두를 생략할 수 있게 되어 건설비 및 유지관리비를 크게 저감할 수 있는 장점을 갖는다.
- <22> 또한, 하폐수 처리에 적용할 경우 처리수의 재이용 등을 위한 고도처리 시 응집, 여과, 활성탄 흡착 등의 공정을 선택하게 되는데 정수 공정과 마찬가지로 체류시간을 크게 단축 시킴으로써 시설투자 및 운전비용을 획기적으로 저감할 수 있다.
- <23> 이와 더불어, 자석으로부터 탈리시킨 슬러지는 입자크기가 작고, 컴팩트(compact)하며 함수율이 낮으므로 슬러리 처리가 용이하게 되고 이 또한 자석으로 처리가 가능하다
- <24> 그리고, 종래의 기술은 자성체와 고정식 자석을 이용한 예는 있으나, 본 발명에서는 자성체를 응집제와 함께 제거 대상 오염 물질과 응집시켜 자화 플록(floc)화 하여 자석에 의한 부착 범위를 확대하였고 자석 교반기를 이용함으로써 플록(floc) 형성 효율을 증가시키고 자석과 자화 플록의 충돌빈도를 크게 증가시켜 부착, 제거 효율을 획기적으로 향상 시킨 효과를 발휘한다.

### 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <25> 본 발명은 자석 교반기를 이용한 수처리 장치 및 방법에 관한 것으로 표준정수처리공정(Conventional Water Treatment Process)에서는 콜로이드성 현탁물질을 제거하기 위해 무기 또는 유기응집제를 첨가한 다음 가능한 한 빨리 교반(혼화)시켜 탁질을 미소한 플록(floc)으로 생성시키고, 생성된 미소플록을 크고 무겁게 성장시켜 중력침강작용으로 제거하고 있다.
- <26> 그러나 이러한 일반적인 정수처리공정은 미소 플록을 크고 무겁게 성장 시키는데 많은 시간이 필요하고 적절한 교반 강도 및 체류시간이 확보되지 않을 시 플록 형성 효과는 크게 저하된다. 또한 생성된 플록이 중력침강작용에 의해 침전하는데 긴 체류시간(2~4시간)이 소요되기 때문에 넓은 부지 면적과 설비가 필요하게 됨으로써 건설 비용이 높아지게 된다.
- <27> 따라서 본 발명에서는 처리하고자 하는 상수원수 또는 하폐수에 가급적 입자 크기가 작은 산화철 폐촉매, 마그네타이트, 자철광 분말과 같은 자성체를 주입하여 원수 중의 콜로이드성 물질과 골고루 섞인 상태가 되게 함으로써 균질화 시키고, 황산알루미늄, 폴리염화알루미늄 등의 알루미늄염 또는 황산 제1철, 황산제2철, 염화제2철 등의 철염 응집제와 필요시 pH 조절을 위한 응집보조제를 주입하여 플록(floc) 형성단계에서 미소 자성체분말을 플록에 침착시킴으로써 플록이 자성을 띠게 한 후 영구자석 또는 전자석으로 제작된 교반기로 교반시켜줌으로써 자화된 플록과 자석과의 충돌빈도를 크게 증가시키면서 플록을 자석에 부착, 제거한다.
- <28> 부착된 플록은 영구자석의 경우 고속회전으로, 전자석의 경우는 전원을 차단하는 등으로 자력을 일시적으로 소멸시켜서 탈리 시킨다.
- <29> 이를 통해 수처리 시간이 단축되면서 건설비 및 유지관리비를 크게 저감할 수 있다.
- <30> 이하 본 발명을 상세히 설명한다.
- <31> 먼저 통상의 정수 및 하폐수 처리 설비에서는 응집, 침전, 여과 공정이 수반되는 데 상기의 공정에서는 먼저 플록(floc)을 크고 무겁게 해야만 중력에 의한 침전이 용이해진다.
- <32> 따라서 원수 또는 하폐수 수질에 따라 응집제 종류, 응집제 주입량, 최적 pH, 교반강도(G값), 교반시간, 침전 시간 등의 설계요소 결정이 플록의 밀도와 크기에 좌우되어 왔다.

$$G = \sqrt{\frac{P}{\mu V}}$$

<33>

<34> G : 속도경사 ( $\text{sec}^{-1}$ ), P : 동력(watt),

<35>  $\mu$  : 점성계수 ( $\text{kg/m} \cdot \text{sec}$ ), V : 부피( $\text{m}^3$ )

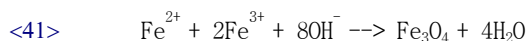
<36> 그러나 본 발명은 상기의 변수에 많은 영향을 받지 않고 생성된 플록을 쉽게 제거할 수 있는 것으로서 자성체 물질을 정수 또는 하폐수 처리시스템에 주입하는 공정이 하나의 특징이다.

<37> 먼저 본 발명은 처리할 원수 또는 하폐수(이하 처리대상수)를 자화형성혼화공정으로 유입한다. 자화형성혼화공정이란 처리조로 유입된 처리대상수를 자성체 분말을 주입하고 적량의 응집제를 주입하여 통상의 기계식 교반기나 수류식, 펌프확산방식 등으로 혼화(Rapid Mixing)하는 공정을 의미한다.

<38> 자성체 분말은 통상의 자성을 띤 분말형 물질을 의미한다. 따라서 산화철 폐촉매, 마그네타이트, 자철광 분말 등을 포함한 인공자성체 또는 천연자성체 분말이 이용될 수 있다.

<39> 자성체 분말 주입에 있어서는, 자성체를 생성하는 수단으로 마그네타이트를 생성하여 주입하는 것이 비용면에서 바람직하다. 마그네타이트는 2가 철염과 3가 철염을 상온에서 알칼리를 주입하여 생성한다. 아래의 식[반응식1]은 마그네타이트의 생성반응식의 일예이다.

<40> [반응식 1]



<42> 여기서 사용하는 2가 철염은 제1염화철( $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ )를 사용하고, 3가철염은 제2염화철( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) 사용하며 알칼리는 NaOH 를 사용하여 수용액 상에서 1:2:8( $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} : \text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} : \text{NaOH}$ )로 교반기에서 교반을 하면

추가적인 가열 없이 열을 발생시키면서 pH가 9~10정도로 유지되면서 마그네타이트( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )를 포함한 슬러리 용액이 만들어진다.

- <43> 제조된 마그네타이트는 수용액 슬러리 상태로 정량펌프로 주입하거나 또는 건조하여 분말형태로 주입할 수 있다. 따라서 자성체 분말을 주입하는 수단은 통상의 분말주입수단을 의미하며 일반적으로 자성체 분말 주입량을 조절할 수 있는 장치를 활용하는 것이 바람직하다. 상기한 마그네타이트를 슬러리 상태나 분말상태로 주입하는 것은 자성체분말주입수단의 일예이며, 다른 인공자성체나 천연자성체 분말을 주입기로 주입하거나 액체와 혼합하여 주입하는 방법 등 당업자가 통상적으로 채용할 수 있는 어느 것도 자성체 분말 주입 수단에 포함될 수 있음은 물론이다.
- <44> 또한 자성체 분말을 응집제와 혼합하여 주입할 수 있음은 물론이다. 다만, 바람직하게는 자성체 분말의 주입량 조절을 위하여 응집제 주입 라인과 다르게 주입하는 것이 좋다.
- <45> 자성체 분말은 가능한 한 미세한 콜로이드 크기의 분말형태를 띠는 것이 주입후 부유하여 제거대상 물질과 균질화되기 쉽고 동일한 질량비에 대비하여 표면적과 충돌기회를 확대할 수 있을 뿐만 아니라 처리수에 따른 주입량과의 효율면에서 매우 유리하다. 바람직하게는 20~1,000nm 정도의 입도를 갖는 것이 좋다.
- <46> 이렇게 처리대상수를 자화형성혼화공정으로 유입하여 자성체분말과 적량의 응집제를 주입하고 교반기나 수류식, 펌프화산 등의 방법을 이용하여 급격히 혼화시킨다.
- <47> 응집제는 통상의 수처리에 사용하는 통상의 무기, 유기 응집제를 의미한다. 따라서 황산알루미늄( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), 폴리염화알루미늄(PAC), 황산제1철, 황산제2철, 염화제2철, 칼륨명반, 알루미늄산나트륨, 암모늄명반, 염화코퍼러스, 페록(상품명), 점토, 수산화칼슘, 산화칼슘, 황성규산 등의 무기응집제와 고분자응집제, 양이온 계면활성제, 음이온 계면활성제 등의 유기응집제를 포함한 통상적인 그리고 개량된 응집제를 모두 포함한다.
- <48> 또한 응집제 뿐만 아니라 산, 알칼리, 황성규사, POLYELECTROLYTES, 점토 등의 응집보조제를 자화형성혼화공정에 주입할 수 있다. 이런 응집보조제로 적정 PH조절, 응집효율을 증진시킨다.
- <49> 그리고 자화형성혼화공정은 자성체분말주입교반공정과 응집제주입혼화공정으로 구분될 수 있다.
- <50> 자성체분말주입교반공정은 처리대상수에 자성체분말을 주입하여 교반하는 공정이고, 응집제주입혼화공정은 자성체분말주입교반공정을 거친 처리대상수에 응집제와 선택적으로 PH조절제 등과 같은 응집보조제를 주입하고 교반하여 자화된 플록을 형성시키는 공정을 의미한다.
- <51>
- <52> 처리대상수가 자화형성혼화공정에 유입되면 처리대상수에 포함된 콜로이드성 미세입자 물질, 미생물, 용존성 유기 및 무기물질이 응집제와 자성체 분말과 서로 응집하여 자화된 플록을 형성한다. 이와 같이 자화된 플록에는 자성체 분말이 점착(fixation)되어 있어 후단 공정인 자석교반기처리공정에서 자석교반기에 매우 능률적으로 부착되어 제거되기 좋은 상태로 된다.
- <53> 도1은 자석교반기처리공정에서 제거될 플록의 형상을 통상의 중력식침전지 제거플록, 여과지 제거 플록을 비교하여 나타내주고 있다. 도1에서 볼 수 있듯이 본 발명인 자석교반기를 이용하여 제거될 자화된 플록은 크기가 작음에도 콤팩트하여 제거가 용이할 뿐만 아니라 종래의 침전지나 여과지 식보다 훨씬 작은 크기의 플록들도 자석교반기처리조에서 완전히 제거할 수 있음을 알 수가 있다.
- <54> 그리고 상기의 자화형성혼화공정 다음에 플록형성공정을 부가할 수 있다. 이 플록형성공정은 상기한 자화된 미소 플록의 성장을 돕는 공정이다. 따라서 자화된 미소 플록을 크게 성장시키면서 자화된 플록과 혹시 남아 있을 수 있는 자화되지 않은 플록을 서로 뭉치게 하여 후단 공정인 자석교반기처리공정에서 좀 더 빠르게 플록을 제거하기 위함이다.
- <55> 플록형성공정은 통상의 플록형성공정과 동일한 방식이며 교반기로 완속교반해주는 공정을 의미한다. 물론 이 플록형성공정은 탁도 제거율 목표에 따라 생략될 수 있다.
- <56> 상기의 자화형성혼화공정을 거치고 선택적으로 플록형성공정을 거친 자화된 플록은 다음 공정인 자석교반기처리공정으로 가게 된다.
- <57> 자석교반기처리공정은 속도조절이 가능한 자성을 띤 교반기를 장착하여 상기 자화된 플록을 자석교반기로 부착하여 제거하는 공정을 의미한다.

- <58> 자성을 띤 교반기는 교반기 자체에 자성이 있는 자석교반기(magnetic flocculator)를 의미한다. 따라서 교반기에 자성을 띠게 하는 수단으로서 통상의 영구자석을 형태에 따라 그대로 이용하거나 특정 형상의 교반기에 소형자석을 다수 부착하여 교반기 전체가 자성을 띠도록 만드는 방법 또는 전자석을 필요로 하는 형태로 제작하여 활용하는 등 다양하게 채용될 수 있다.
- <59> 자석교반기처리공정에서는 상기의 혼화공정을 통한 후 자화된 플록이 자석교반기에 부착되도록 하는 공정이 실시된다. 따라서 자석교반기가 회전하면서 플록을 부착하여 플록을 제거하는 것이다. 이런 공정으로 특별히 플록을 침강시켜 제거하는 침전지를 따로 가질 필요성이 매우 적어지는 것이다.
- <60> 또한 이 자석교반기처리공정에서는 자석교반기 외에 자성이 없는 통상의 교반기를 하나 또는 다수 설치하여 자화된 플록이 있는 처리대상수를 교반하기만 하고, 자석교반기는 교반시키거나 혹은 정지시켜서 자석교반기에 자화된 플록을 부착시켜 제거하는 방법을 취할 수도 있다.
- <61> 자석교반기의 형상은 통상의 교반기 형상을 갖는다. 물론 교반효율을 증대시키기 위한 여러가지 방법이 채용될 수 있다. 따라서 수직축패들형, 수평축 패들형, 원추형, 프로펠러형, 평판형, 다공판형 등이 사용될 수 있음은 물론 당업자의 상식에 따라 교반효율을 증대시키기 위한 다양한 형태가 사용될 수 있다.
- <62> 자화된 플록이 상기의 자석교반기처리공정에서 충분히 처리되는 시점, 즉 자화된 플록이 자석교반기에 충분히 부착하여 플록이 다층으로 되어 슬러지를 형성하였을 때 슬러지를 제거하는 공정인 슬러지탈리공정을 행한다. 슬러지탈리공정은 슬러지가 탈리될 시점에서, 즉 슬러지와 자석교반기와의 인력보다 슬러지의 침강력 및 원심력이 더 커질 때, 자석교반기에서 슬러지를 제거하는 공정을 의미한다.
- <63> 자석교반기에서 슬러지를 제거하는 공정인 슬러지탈리공정은 자석교반기가 영구자석인 경우에는 자석교반기의 교반강도를 자화된 플록을 부착할 때의 교반강도보다 더 강화하여 강하게 회전시켜주면 자석교반기에 부착된 슬러지가 쉽게 탈리된다. 또한 전자석형 교반기인 경우에는 전원을 분리하여 교반기의 자력을 일시적으로 소멸시키고 교반기를 회전하여 슬러지가 자연스럽게 탈리되도록 한다. 이 경우 교반강도를 증강시켜 더 빨리 슬러지를 탈리시킬 수 있음은 물론이다.
- <64> 슬러지가 자석교반기에서 탈리되는 공정인 슬러지탈리공정 후에 침전공정처리 대상수를 슬러지침전처리공정으로 유입하여 자화된 슬러지를 침전시켜 제거한다. 슬러지침전처리공정에서는 슬러지가 탈리될 때만 슬러지가 발생하고 이미 침전공정처리 대상수가 슬러지로 고농도화되어 있어서 통상의 전통적인 침전지와 비교하여 높은 처리효율을 발휘하며 슬러지 배출도 고농축슬러지로 배출시킬 수 있다.
- <65> 또한 이 침전공정에서의 침전지의 면적은 통상의 수처리 공정의 침전지보다 현저히 작은 것은 물론 침전공정으로 유입되는 침전공정처리 대상수가 매우 적으므로 수리학적체류시간(HRT, Hydraulic Retention Time)도 현저히 작은 값을 가지게 된다.
- <66> 그리고 자석교반기로부터 탈리시킨 슬러지는 입자크기가 작은 플록들이 강하게 밀착되어 있고 콤팩트(compact)하며 함수율이 낮아 침강성이 매우 좋아 슬러지처리가 아주 용이하게 된다. 따라서, 운전형태에 따라 침전지를 별도로 설치하지 않고 자석교반기처리조 내에서 탈리슬러지를 배출할 수도 있다.
- <67> 본 발명은 또한 상기의 공정을 회분식 또는 연속식으로 하는 공정으로 분화될 수 있다.
- <68> 본발명의 회분식 공정은 아래와 같은 공정으로 이루어진다.
- <69> 자성체 분말과 응집제를 처리대상수에 주입하고 급속교반을 통하여 자화된 플록을 형성하는 자화형성혼화공정을 행하며 선택적으로 응집보조제를 함께 주입할 수 있다.
- <70> 그리고 자화형성혼화공정 후에 완속교반을 통하여 플록을 성장시키는 플록형성공정을 선택적으로 행한다.
- <71> 상기의 자화형성혼화공정 그리고 선택적으로 플록형성공정을 거친후 자화된 플록을 제거하기 위하여 자석교반기가 있는 자석교반기처리공정에서 자석교반기에 자화된 플록을 부착시켜 처리대상수로부터 자화된 플록을 제거하는 공정을 시행한다. 또한 이 자석교반기처리공정에서 자석교반기 외에 일반적인 자성이 없는 교반기를 하나 또는 다수 설치하여 자화된 플록이 있는 처리대상수를 교반하기만 하고, 자석교반기는 교반시키거나 혹은 정지시켜서 자화된 플록을 자석교반기로 제거하는 공정을 시행할 수 있다. 이때 처리된 수(水)는 배수시켜 방류하거나 재활용할 수 있고 상수의 경우 후속소독공정이나 오존, 활성탄처리공정과 같은 고도처리공정으로 유입시킨다.
- <72> 자석교반기처리공정 후에 자석교반기에 부착된 플록층(슬러지)을 탈리시키는 공정인 슬러지탈리공정을 시행한

다. 이 때 자석교반기를 사용하는 경우에는 자석교반기의 자력을 일시적으로 소멸시킬 수 있으며 자석교반기를 강하게 교반하여 자석교반기에 부착된 플록층(슬러지)을 자석교반기로부터 탈리시킨다. 자석교반기의 자력을 일시적으로 소멸시키는 방법은 그 일례로 자석교반기가 전자석으로 제조된 경우 전원을 일시적으로 차단하는 방법 등을 활용한다.

- <73> 또한 일반적인 교반기와 자석교반기가 함께 사용하는 경우에는 일반적인 교반기를 강하게 교반하거나 또는 자석교반기를 강하게 교반하여 또는 둘 다 교반하여 자석교반기에 부착된 플록층을 탈리시킨다(이때 자석교반기는 일시적으로 자력을 소멸시켜 운전할 수 있다).
- <74> 그리고 슬러지탈리공정에서 자석교반기로부터 슬러지가 탈리된 고농도의 처리대상수는 슬러지침전처리공정으로 진행되어 탈리된 슬러지는 회분식처리공정 처리조 바닥으로 급격히 침강되며 슬러지 이송펌프로 주기적으로 배출시킨다.
- <75> 상기와 같은 공정으로 이루어진 수처리 공정을 제공한다.
- <76> 상기의 수처리 공정은 다음과 같이 수처리장치로 실시될 수 있다.
- <77> 유입구와 유출구를 구비한 처리조가 있다. 처리조에는 자성체분말주입수단과 응집제주입수단을 구비하고 있으며 응집보조제주입수단이 선택적으로 구비된다. 또한 처리조에는 자석교반기가 설치되어 있다. 자석교반기는 영구자석형 또는 전자석형이며 바람직하게는 전자석형이 공정상 유리하다. 자석교반기는 속도가 조절되는 감속기에 의해 구동되며 자석교반기 형태는 수직축패들형, 수평축 패들형, 원추형, 프로펠러 형, 평판형, 다공판형 등 다양하게 채용될 수 있다.
- <78> 처리대상원수에 자성체 분말, 응집제, 그리고 선택적으로 응집보조제를 주입하여 교반하여 자화된 플록을 형성한다. 이 때 자석교반기는 전원을 차단하는 등으로 자력을 소멸시켜서 교반한다. 그리고 자석교반기 외에 통상의 속도조절이 가능한 교반기를 다수 설치하여 교반시킴으로서 자화된 플록을 형성시킬 수도 있다. 이 경우 자석교반기는 전원을 차단하는 등으로 자력을 소멸시켜서 교반하거나 정지상태로 있을 수 있다.
- <79> 다음으로 자석교반기에 전원을 연결하는 등으로 자력을 회복시켜 자화된 플록을 자석교반기에 부착하여 제거한다. 이 때 통상의 교반기는 교반중이거나 정지상태로 있을 수 있다.
- <80> 다시 자화된 플록이 자석교반기에 충분히 부착되면 자석교반기의 전원을 차단하고 종전 교반강도 보다 높은 교반강도로 교반하여 부착된 플록을 탈리시키는 공정을 행한다. 이 때 통상의 교반기는 교반중이거나 정지상태로 있을 수 있다.
- <81> 탈리가 완료되면 모든 교반기 구동을 정지하고 일정시간 정치하면 탈리된 슬러지는 회분식처리조 바닥으로 급격히 침강되며 슬러지 이송펌프로 주기적으로 배출시킨다.
- <82> 이와 같이 상기의 수처리장치는 회분식수처리 공정이 시계열적인 순서로 진행됨에 따라 처리대상수를 처리할 수 있으며 매우 효율적인 수처리 장치를 제공하게 된다.
- <83> 다음은 회분식 공정의 일실시예를 보여준다.
- <84> <실시예 1> 인공 조제 원수의 탁도 제거 실험
- <85> 도 2는 본 발명의 회분식(Batch) 실험을 위한 시계열적 공정구조도이다.
- <86> 콜로이드 물질인 카올린(kaolin)을 첨가한 인공 원수를 약 21NTU 정도로 11를 제조한 뒤 상기에서 만들어진 마그네타이트( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )가 포함된 수용액을 0.5ml (12.866mg/l as Fe) 주입하여 자성체분말주입교반조(1)에서 체류시간(HRT=4min) 동안 자성체분말주입교반조 교반기(2)로 교반하여 35.4NTU 정도의 처리대상 원수를 만든다.
- <87> 여기에 응집제주입 혼화조(3)에서 Jar test를 통하여 구해진 최적 응집제 주입량으로서  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  를 10ml (2.982mg/l as  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 주입하고, pH 조정제로서 CaO를 주입하여 pH를 7로 맞춰준 후 응집제주입혼화조 교반기(4)로 약  $G=80 \text{ sec}^{-1}$  (속도경사)의 교반강도로 체류시간(HRT=4min) 동안 교반을 해주면 마그네타이트( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )가 플록 구성체의 일부로 침착되면서 자화된 플록이 만들어진다.
- <88> 이때, 80mm×20mm×5mm(W×L×H) 형상의 1,959 Gauss의 자속밀도를 가진 네오디뮴 자석으로 만든 자석교반기(magnet flocculator)(8)로  $G=22 \text{ sec}^{-1}$  교반강도로 회전을 시켜 자화된 플록을 제거하게 되는데 회전

시간에 따른 탁도 변화는 [표 1]과 같다.

[표1]

| 시간(분) | 탁도(NTU) |
|-------|---------|
| 0     | 35.4    |
| 5     | 1.18    |
| 10    | 0.9     |
| 15    | 0.71    |
| 20    | 0.53    |
| 25    | 0.4     |
| 30    | 0.32    |
| 35    | 0.29    |
| 40    | 0.25    |
| 45    | 0.23    |
| 50    | 0.2     |
| 55    | 0.19    |
| 60    | 0.15    |

표 1에 따르면 마그네타이트( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )를 포함한 35.4NTU 대상 원수에 응집제를 주입하여 생성된 자화된 플록을 자석교반기에 의한 교반, 부착으로 총 10분 이내에 침전지 유출수 수준인 2NTU 이내, 총 30분 이내에 먹는물 수질기준 탁도인 0.5NTU 이하의 수질을 얻을 수 있다.

본 발명에 의한 연속흐름 수처리공정은 다음과 같다.

본 발명의 연속흐름 수처리공정은 회분식 수처리공정과 공정상에서는 거의 동일한 공정으로 구성된다.

자성체 분말과 응집제를 처리대상수에 주입하고 급속교반을 통하여 자화된 플록을 형성하는 자화형성혼화공정을 행하며 선택적으로 응집보조제를 함께 주입할 수 있다.

그리고 자화형성혼화공정 후에 완속교반을 통하여 플록을 성장시키는 플록형성공정을 선택적으로 행한다.

상기의 자화형성혼화공정 그리고 선택적으로 플록형성공정을 거친후 자화된 플록을 제거하기 위하여 자석교반기가 있는 자석교반기처리공정에서 자석교반기에 자화된 플록을 부착시켜 처리대상수로부터 자화된 플록을 제거하는 공정을 시행한다. 또한 이 자석교반기처리공정에서 자석교반기 외에 자성이 없는 통상의 교반기를 하나 또는 다수 설치하여 자화된 플록이 있는 처리대상수를 교반하기만 하고, 자석교반기는 교반시키거나 혹은 정지시켜서 자석교반기로 자화된 플록을 제거하는 공정을 시행할 수 있다. 이때 처리된 수(水)는 월류되어 방류되거나 재활용할 수 있고 상수의 경우 후속 소독공정이나 오존, 활성탄처리공정과 같은 고도처리공정으로 유입시킨다.

자석교반기처리공정 후에 자석교반기에 부착된 플록층(슬러지)을 탈리시키는 공정인 슬러지탈리공정을 시행한다. 슬러지탈리방법은 전자석교반기를 사용하는 경우에는 전자석교반기의 자력을 일시적으로 소멸시키고 전자석교반기를 교반하여 또는 영구자석교반기의 경우에는 영구자석교반기를 강하게 교반하여 자석교반기에 부착된 플록층(슬러지)을 탈리시킨다.

또한 일반적인 교반기와 자석교반기를 함께 사용하는 경우에는 일반적인 교반기는 교반 또는 정지시키고 자석교반기는 강하게 교반하여 플록층을 탈리시킨다. 물론 자석교반기가 전자석인 경우에는 전자석의 자력을 일시적으로 소멸시키고 교반할 수 있다.

그리고 슬러지탈리공정에서 자석교반기로부터 슬러지가 탈리된 고농도의 처리대상수를 슬러지침전처리공정으로 보내어 슬러지를 고농축시켜 배출한다.

슬러지침전처리공정은 상기의 슬러지탈리공정에서 슬러지가 탈리된 고농도의 처리대상수를 자연침강으로 또는 인위적침강으로 침강시켜 슬러지를 고농도로 더 농축시켜 배출구를 통하여 배출시킨다. 이 때 인위적침강방식은 슬러지침전처리조 하부에 자력의 발생, 세기 등을 조절할 수 있는 자력형성수단을 이용하여 급속침강시킬 수 있다.

- <101> 상기와 같은 공정으로 이루어진 수처리 공정을 제공한다.
- <102> 본 발명의 연속흐름 수처리공정은 다음과 같이 연속흐름 수처리장치에 의해 실시된다.
- <103> 유입구와 유출구가 구비된 자화형성혼화조가 있다. 자화형성혼화조는 자성체분말주입수단과 응집제주입수단 그리고 선택적으로 사용이 가능한 응집보조제주입수단이 구비되어 있고 속도 조절이 가능한 감속기와 연계된 통상의 교반기가 구비되어 교반한다. 이때 통상의 교반기로 교반하는 방법 외에 수류식 또는 펌프확산에 의한 교반방법도 활용할 수 있음은 이미 살펴본 바이다.
- <104> 이 자화형성혼화조에 처리대상수가 유입되면 자성체분말주입수단에 의해 자성체분말이 주입되고 응집제주입수단에 의해 응집제가 주입되며 또한 선택적으로 응집보조제주입수단에 의해 응집보조제가 주입된다. 그리고 통상의 교반기가 일정한 교반속도로 교반하게 된다. 이 때 상기한 바와 같이 수류식 또는 펌프확산 방법으로 교반할 경우에는 교반기를 사용하지 않을 수 있다.
- <105> 그러면 처리대상수의 콜로이드성 미세입자 물질, 미생물, 용존성 유기 및 무기물질 등과 응집제 그리고 자성체분말이 결합하여 플록을 형성하게 된다.
- <106> 이 자화형성혼화조는 다시 자성체분말주입교반조와 응집제주입혼화조로 구분될 수 있다. 자성체분말주입교반조는 처리대상수에 자성체분말을 주입하여 교반하는 처리조를 의미하며, 응집제주입혼화조는 자성체분말교반조를 거친 처리대상수에 응집제 그리고 선택적으로 응집보조제를 주입하여 자화된 플록을 형성하는 처리조를 의미한다.
- <107> 그리고, 유입구와 유출구가 구비되고 속도 조절이 가능한 감속기와 연계된 통상의 교반기가 구비되어 있는 플록형성조가 있다. 플록형성조는 상기의 자화형성혼화조에서 생성된 미세한 자화 플록을 교반시키면서 뭉쳐서 크기를 성장시키는 처리조이다. 따라서 이 플록형성조는 요구되는 처리수의 수질에 따라 임의적으로 설치되거나 설치되지 않을 수 있다.
- <108> 또한 유입구와 유출구가 구비되고 속도조절이 가능한 감속기와 연계되는 자석교반기가 구비된 자석교반기처리조가 있다. 자석교반기처리조에는 통상의 속도조절이 가능한 감속기가 구비된 통상의 교반기가 한 대이상 더 구비될 수 있다.
- <109> 이 자석교반기처리조에 상기의 자화형성혼화조 및 선택적으로 플록형성조를 거친 처리대상수가 유입된다. 처리대상수가 자석교반기처리조에 유입되면 자석교반기가 교반하면서 자화된 플록을 부착시켜 자화된 플록을 제거하게 된다. 그리고 자석교반기처리조에 통상의 속도조절이 가능한 통상의 교반기가 더 구비된 경우에는 통상의 교반기가 처리대상수를 교반시키고 나머지 자석교반기는 정지된 상태로 있거나 또는 교반하면서 처리대상수의 자화된 플록을 자석교반기에 부착시켜 제거한다.
- <110> 다음으로 충분히 자석교반기에 플록이 부착되어 플록층(슬러지)이 형성되었을 때 자석교반기를 더 강하게 교반하여 슬러지를 탈리시킨다. 앞서 언급한 바와 같이 자석교반기가 영구자석형인 경우에는 자석교반기를 자석교반기에 자화된 플록을 부착할 때 보다 더 강하게 교반하고, 자석교반기가 전자석형인 경우에는 전원을 차단시키는 등 일시적으로 자력을 소멸시켜서 슬러지가 자연적으로 탈리되도록 한다(이 때 전자석형 자석교반기를 교반시키면서 슬러지 탈리를 할 수도 있다). 이 때 처리된 수는 자석교반기처리조를 월류하여 방류되거나 재활용할 수 있고 상수의 경우 후속 소독공정이나 고도정수처리공정으로 유입시킨다.
- <111> 다음으로, 상기한 자석교반기처리조를 거친 처리대상수는 유입구와 유출구가 구비된 슬러지침전처리조에 유입된다. 이 경우 상기한 자석교반기처리조가 슬러지침전처리조가 될 수 있음을 유의한다. 자석교반기처리조가 2기이상 있을 경우 처리대상수를 또 다른 자석교반기처리조로 연결시키고 원래 자석교반기처리조로 이용되었던 자석교반기처리조는 슬러지침전처리조가 될 수 있는 것이다.
- <112> 슬러지침전처리조는 상기의 자석교반기처리조에서 슬러지가 탈리된 고농도의 처리액을 자연침강으로 또는 인위적침강으로 침강시켜 슬러지를 고농도로 더 농축시켜 배출구를 통하여 배출시킨다. 이 때 인위적침강방식은 슬러지침전처리조 하부에 자력의 발생, 세기 등을 조절할 수 있는 자력형성수단을 이용하여 급속침강시킬 수 있다.
- <113> 다음은 연속 흐름 공정의 일실시예이다.
- <114> <실시예 2>
- <115> 도 3은 본 발명의 연속 흐름 실험 구조도이다. 먼저 탁도 유발 콜로이드 물질 (kaolin)으로 제조된 약 20NTU의

인공조제 원수가 자성체분말주입교반조(1)에 유입되면 마그네타이트( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )를 0.5ml (12.866mg/l as Fe) 주입하여 마그네타이트( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )가 침전되지 않고 부유할 수 있도록 자성체분말주입교반조 교반기(2)로 강력한 교반을 해주면 콜로이드성 현탁물질과 마그네타이트( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )가 혼합된 약 30NTU 정도의 균질 처리대상 원수가 만들어진다. 처리대상 원수를 응집제주입혼화조(3)로 보내어 1000ppm의  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 를 10ml (2.982mg/l as  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 주입하고 pH를 조정하여 응집제주입혼화조 교반기(4)로 체류시간(HRT=4min) 동안 약  $G=80 \text{ sec}^{-1}$ 의 교반강도로써 교반을 해주면 마그네타이트( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )가 점착된 자화된 미소 플록들이 생성된다.

<116> 이렇게 생성된 자화된 플록들은 플록 형성조(5)로 보내지고 플록 형성 교반기(6)로 체류시간(HRT=8min) 동안 약  $G=30 \text{ sec}^{-1}$ 의 교반강도로 교반을 해주면 자화된 미소 플록들이 더욱 커지게 된다.

<117> 여기서, 자화된 미소 플록을 크게 성장시키기 위해 플록 형성조를 배치하는 이유는 자화되지 않은 플록과 자화된 플록들을 서로 뭉치게 하여 후단 공정인 자석으로 형성된 교반기로 좀 더 빠르게 제거하기 위함이다. 따라서 탁도 제거율 목표에 따라 이러한 성장과정인 플록 형성조는 생략될 수 있다.

<118> 플록 형성조에서 성장한 플록들은 자석교반기처리조(Magnet flocculation basin)(7)로 보내지게 되고, 체류시간(HRT=8min) 동안 본 발명에서 고안된 1,959 Gauss의 네오디뮴 자석으로 제작된 자석교반기(magnet flocculator)(8)를 이용하여 약  $G=20\text{sec}^{-1}$ 로 회전을 하면 마그네타이트로 자화된 플록들이 네오디뮴 자석에 빠르게 붙게 되고 이때 월류되는 처리수의 시간에 따른 탁도 변화 및 각 반응조에서의 탁도는 다음 표 2, 3과 같다. 제시된 표에서 알 수 있듯이 연속 흐름 반응조에서 총 20분 이내에 침전지 유출수 수준인 2NTU 이내 탁도를 달성할 수 있다.

<119> [표 2]

| 반응조     | 자성체 분말주입교반조 | 응집제주입혼화조 | 플록 형성조 |
|---------|-------------|----------|--------|
| 탁도(NTU) | 33.5        | 31.3     | 31.9   |
| 체류시간(분) |             | 4        | 8      |

<121> [표 3]

| 자석교반조    |         |
|----------|---------|
| 시간(분)    | 탁도(NTU) |
| 8(월류 시작) | 1.69    |
| 16       | 1.52    |
| 26       | 1.41    |
| 32       | 1.36    |
| 40       | 1.44    |

<123> 상기에서 본 바와 같이 자석교반조에서 월류가 시작한지 불과 8분만에 탁도의 제거율이 95%이 됨을 나타내고 있어 처리대상수의 부유물, 콜로이드, 미생물 등의 제거에 현저한 효과가 있음을 알 수가 있다.

<124> <실시예 3>

<125> 상기의 실시예 2와 동일한 방법으로 실시하되,

<126> 충청북도 보은군 회남면의 대청호 원수(탁도 4.49NTU)를 대상으로 11의 대청호 원수에 0.5ml (12.866mg/l as Fe)의 마그네타이트( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )를 첨가하여 마그네타이트 입자가 침전되지 않도록 강력하게 교반한 후, Jar Test를 통하여 구해진 응집제 주입물로서  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 를 25ml (7.5mg/l as  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 주입한 후 약  $G=80 \text{ sec}^{-1}$ 의 교반 강도로 교반하여 자화된 플록을 만들고, 이를 본 발명에서 고안된 1,959 Gauss의 네오디뮴 자석으로 제작된 자석교반기(magnet flocculator)를 이용하여 약  $G=22\text{sec}^{-1}$ 의 교반강도로 교반을 한 후 시간에 따른 탁도 변화는 [표 4]와 같다.

[표 4]

| 자석교반조 |         |
|-------|---------|
| 시간(분) | 탁도(NTU) |
| 0     | 4.49    |
| 5     | 0.31    |
| 10    | 0.33    |
| 15    | 0.27    |
| 20    | 0.32    |
| 25    | 0.30    |
| 30    | 0.28    |

[표 4]에 나타난 바와 같이 자석교반기처리조에 유입된 자화된 플록이 5분 이내에 먹는 물 수질기준인 0.5NTU 이내로 처리됨을 알 수 있다.

<실시예 4>

상기의 실시예 2의 방법과 동일하게 실시하되,

대전광역시 유성구 원촌동 하수처리장의 유입하수(탁도 84.5NTU,  $UV_{254}$  0.850), 1차 침전지 방류수(탁도 65.6NTU,  $UV_{254}$  0.682)를 대상으로 11의 하수에 1ml (25.732mg/l as Fe)의 마그네타이트( $Fe_3O_4$ )를 첨가하여 마그네타이트( $Fe_3O_4$ ) 입자가 침전되지 않도록 강력하게 교반한 후, Jar Test를 통하여 구해진 응집제 주입률로서  $Al_2(SO_4)_3$ 를 50ml (29.82mg/l as  $Al_2O_3$ ) 주입한 후 약  $G = 80 \text{ sec}^{-1}$ 의 교반 강도로 교반을 하여 자화된 플록을 만들고 이를 본 발명에서 고안된 1,959 Gauss의 네오디뮴 자석으로 제작된 자석교반기(magnet flocculator)를 이용하여 약  $G=22 \text{ sec}^{-1}$ 의 교반강도로 교반을 한 후 시간에 따른 탁도 및  $UV_{254}$  Absorbance 변화는 [표 5]와 같다.

[표 5]

| 자석교반기처리조 |         |                |            |         |                |
|----------|---------|----------------|------------|---------|----------------|
| 유입하수     |         |                | 1차 침전지 방류수 |         |                |
| 시간(분)    | 탁도(NTU) | $UV_{254}$ Abs | 시간(분)      | 탁도(NTU) | $UV_{254}$ Abs |
| 3        | 5.22    | 0.185          | 3          | 2.07    | 0.159          |
| 5        | 5.21    | 0.183          | 5          | 2.01    | 0.157          |
| 10       | 4.80    | 0.178          | 10         | 1.92    | 0.153          |
| 15       | 4.68    | 0.176          | 15         | 1.86    | 0.153          |

[표 5]에서 나타난 바와 같이 자석교반기처리조에 유입된 자화 플록이 15분 이내에 탁도는 약 90%,  $UV_{254}$  Absorbance는 약 80% 제거됨을 알 수 있다.

상기의 실시예 4의 자석 교반기에 의해 처리된 유입하수 및 1차 처리수에 대하여 방류수 수질기준에 포함된 항목인  $BOD_5$ , COD, SS, TN, TP의 분석결과를 [표6]에 정리하였다.

[표 6]

|            | $BOD_5$ (mg/l) | COD(mg/l) | SS(mg/l) | TN(mg/l) | TP(mg/l) |
|------------|----------------|-----------|----------|----------|----------|
| 유입하수       | 114.6          | 81.2      | 150      | 36.3     | 2.7      |
| 자석 교반기 처리수 | 21.2           | 17.9      | 7        | 27.7     | 0.49     |
| 1차침전지 유출수  | 75.9           | 58.8      | 54       | 30.3     | 2.35     |
| 자석교반기처리수   | 19.5           | 18.7      | 3.5      | 22.2     | 0.27     |

[표 6]에 나타난 바와 같이 자석교반기 처리조에 유입된 처리대상수에 포함된 자화된 플록이 제거됨으로써, 15분 이내에  $BOD_5$ 는 70~80% 이상, SS는 95% 내외로 제거되고 TN과 TP도 상당 부분 제거됨을 알 수 있어, 종래의

표준하수처리방식에 의한 수처리와 비교하여 손색이 없음을 알 수있다. 따라서 종래의 수처리공정을 본 발명으로 대체할 수 있어 공정을 매우 능률적으로 단축함으로써 설치비용, 처리비용, 운영비용을 현저하게 줄일 수 있는 효과를 나타낸다.

- <140> 상기와 같은 본 발명인 수처리 공정 또는 수처리 장치를 통하여 전통적인 수처리의 문제점으로 인식되어진 넓은 부지의 확보, 공정의 복잡화 등을 해결할 수 있고, 수처리 시간 단축은 물론 설비도 기존 플록형성지 크기 이하의 자석 교반 설비가 필요하게 됨으로 침전지 또는 침전지와 여과지 시설을 생략할 수 있다. 따라서, 수처리 건설비 및 유지관리비가 크게 감소하게 되는 효과를 발휘한다.

### 산업이용 가능성

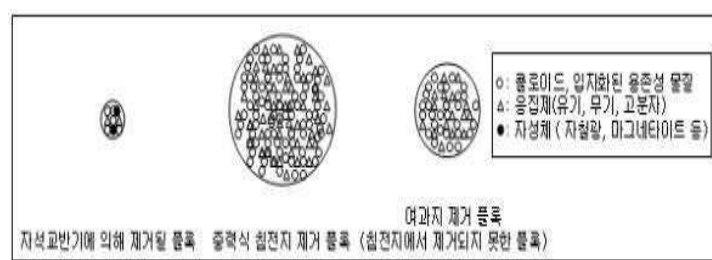
- <141> 본 발명은 기존의 상하수도 처리, 각종 산업폐수처리 공정에 부가하여 적용할 수 있는 효율적인 수처리 장치 및 방법이므로 큰 설치비용없이 기존의 수처리 시설에 적용하여 수처리효율을 높일 수 있다.
- <142> 또한 본 발명은 종래의 많은 부지를 확보해야 하는 어려움이 있는 수처리 공정이 필요한 곳에 매우 효율적으로 적용될 수 있다.
- <143> 이와 더불어 간이 상하수도 또는 간이 폐수 처리공정이 필요한 곳에 매우 획기적으로 적용할 수 있는 발명이다.

### 도면의 간단한 설명

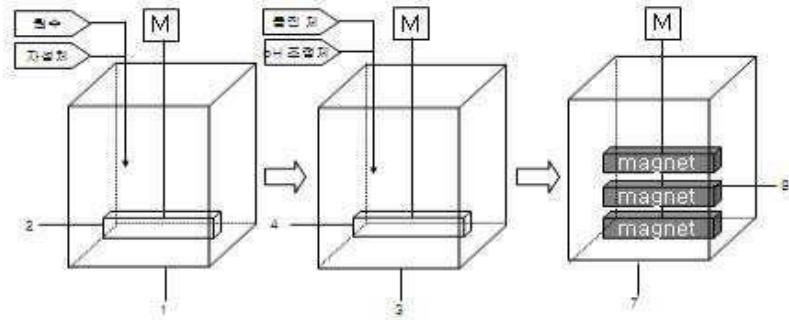
- <144> 도1은 단위공정별 제거 플록(floc)크기 개념도
- <145> 도2는 자석교반기(magnet flocculator)를 이용한 수처리를 위한 회분식(Batch)실험 공정도
- <146> 도3은 자석교반기(magnet flocculator)를 이용한 수처리를 위한 연속처리 실험 공정도
- <147> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- <148> 1 : 자성체분말주입교반조                      2 : 자성체분말주입교반조 교반기
- <149> 3 : 응집제주입혼화조                          4 : 응집제주입혼화조 교반기
- <150> 5 : 플록 형성조                                  6 : 플록 형성조 교반기
- <151> 7 : 자석교반기처리조                          8 : 자석 교반기

### 도면

#### 도면1



도면2



도면3

