

반응, 농축, 소화 처리 중 하나 이상의 단계를 거쳐 배출, 저장된 슬러지를 슬러지저장조에서 가압탈수설비 방향으로 이송하기 위한 탈수설비연결관에 산기장치가 구비되고, 상기 산기장치는, 상기 탈수설비연결관에 형성된 공기확산부; 상기 공기확산부 주변에 공간을 형성시키며 커버하는 공기안내부; 및 상기 공기안내부에 결합된 공기유입관; 을 포함하여 구성되며, 상기 미세기포에 의해 슬러지 내 배수통로가 형성되어, 상기 가압탈수설비를 거쳐 최종 배출되는 슬러지 케이크의 함수율을 저하시키도록 구성된 것을 특징으로 하는 탈수 전 슬러지 처리 시스템」을 제공한다.

(52) CPC특허분류

C02F 11/08 (2013.01)

C02F 11/14 (2019.01)

(72) 발명자

박정욱

대구광역시 달성군 다사읍 대실역북로 26 대실역청아람 2단지 APT 102동 2019호

이수영

대구광역시 달서구 한실로 117 사계절타운 303동 1703호

박민태

서울특별시 강남구 삼성로 150 203동 1203호(대치동, 한보미도맨션)

최원희

충청북도 충주시 목행산단4로 13, 101동 204호(목행동, 한라비발디아파트)

(56) 선행기술조사문헌

JP2007136276 A*

JP2016504186 A*

JP3973499 B2*

KR100745120 B1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

하수처리 시설의 최종 탈수설비 전에 구비되는 슬러지 처리 시스템으로서,

하수에 대한 침전, 생물반응, 농축, 소화 처리 중 하나 이상의 단계를 거쳐 배출, 저장된 슬러지를 슬러지저장조에서 가압탈수설비 방향으로 이송하기 위한 탈수설비연결관에 산기장치가 구비되고,

상기 산기장치는,

상기 탈수설비연결관에 형성된 공기확산부;

상기 공기확산부 주변에 공간을 형성시키며 커버하는 공기안내부; 및

상기 공기안내부에 결합된 공기유입관; 을 포함하여 구성되며,

상기 산기장치를 거쳐 상기 탈수설비연결관 내에 공급된 미세기포에 의해 슬러지 내 배수통로가 형성되어, 상기 가압탈수설비를 거쳐 최종 배출되는 슬러지 케이크의 함수율을 저하시키도록 구성된 것을 특징으로 하는 탈수 전 슬러지 처리 시스템.

청구항 2

제1항에서,

상기 공기확산부는 상기 탈수설비연결관의 관로 상에 다수의 미세공이 타공된 미세공 타공부 또는 상기 탈수설비연결관의 일부 구간이 다공성 재질로 형성된 다공성 재질부인 것을 특징으로 하는 탈수 전 슬러지 처리 시스템.

청구항 3

제1항에서,

상기 탈수설비연결관에 연통된 약품주입관; 을 더 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 탈수 전 슬러지 처리 시스템.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에서,

상기 탈수설비연결관 내부의 공기확산부 형성 구간 이후에 구비된 인라인믹서; 를 더 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 탈수 전 슬러지 처리 시스템.

청구항 5

하수처리 시설의 최종 탈수설비로 이송되는 슬러지를 전처리하는 방법으로서,

(a) 하수에 대한 침전, 생물반응, 농축, 소화 처리 중 하나 이상의 단계를 거쳐 배출, 저장된 슬러지를 슬러지 저장조에서 탈수설비연결관을 통해 가압탈수설비 방향으로 이송하는 단계; 및

(b) 상기 가압탈수설비 방향으로 이송되는 슬러지에 용해도를 초과하는 양의 미세기포를 주입시키는 단계; 를 포함하여,

상기장치를 거쳐 상기 탈수설비연결관 내에 공급된 미세기포에 의해 슬러지 내 배수통로가 형성되어, 상기 가압 탈수설비를 거쳐 최종 배출되는 슬러지 케이크의 함수율이 저하되도록 하는 탈수 전 슬러지 처리 방법.

청구항 6

제5항에서,

상기 (b)단계는 상기 가압탈수설비 방향으로 이송되는 슬러지에 계면활성제를 함께 첨가하는 것을 특징으로 하는 탈수 전 슬러지 처리 방법.

청구항 7

제5항에서,

상기 (b)단계는 상기 가압탈수설비 방향으로 이송되는 슬러지에 산화제를 함께 첨가하는 것을 특징으로 하는 탈수 전 슬러지 처리 방법.

청구항 8

제5항 내지 제7항 중 어느 한 항에서,

(c) 미세기포가 주입된 슬러지에 회전력을 가하여 상기 미세기포를 분산시키는 단계; 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 탈수 전 슬러지 처리 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 하폐수 슬러지에 대한 가압 탈수 처리 전에, 가압 탈수 효율을 높이기 위해 하폐수 슬러지를 전처리 하는 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 하폐수 슬러지의 해양투기가 금지되고 각 지방의 혐오시설거부 현상으로 육상매립 또한 어려워지고 있는 바, 하폐수 슬러지를 연료화하거나 퇴비화 처리하기 위하여 하폐수 슬러지의 함수율을 낮추는 것이 시급한 과제가 되었다.

[0004] 근래 필터프레스 등을 통해 하폐수 슬러지를 함수율 66% 선에서 배출하고 있으나 아직 자체 연소가 가능한 수준에는 미치지 못하고 있는 바, 함수율을 더욱 낮출 필요가 있다.

[0006] 종래 국내·외에서 하폐수 슬러지의 함수율을 낮추는 여러 가지 방법들이 제시되어 왔는 바, 몇 가지를 예시하면 다음과 같다.

[0008] 공개특허 10-2015-0053993 "슬러지의 탈수 처리방법 및 탈수 처리장치"는 슬러지 투입구측에서 가열 수증기 또는 열풍에 의해 슬러지를 직접 가열하고 스크류 프레스기 내에서 슬러지를 가열한 상태에서 탈수하는 방법을 제시하나, 충분한 효과를 얻기 위해서는 많은 에너지 비용을 감당해야 하는 문제가 있다.

[0010] 등록특허 10-1237828 "첨가제 존재 하에 기계적 혼합과 압축으로 슬러지케익 내의 함수율을 40% 수준으로 재탈수시키는 방법"에서는 1차 탈수한 슬러지케익에 1~3mm 크기의 셀룰로오스분인 목분, 분쇄왕겨, 잣피분말, 팜분말, 두릅나무분말, 벚집분말 및 옥수수분말 중에서 선택되는 하나 이상의 부형제분말을 첨가하고 교반기로 150~200rpm의 회전속도로 1~2분 이내에 급속회전하여 혼합시켜 슬러지 함수율을 60±3%가 되도록 조정된 상태에서 필터프레스압착기로 50~200kg/cm²로 서서히 압축, 정지를 되풀이하면서 12분 이내에 재탈수시켜 함수율 40±3%의 슬러지케익을 얻고 이 슬러지케익을 혼합기에 넣어 150~200rpm에서 2~3분간 파쇄 및 분쇄시킨 다음 직경 1~3mm의 진동스크린에 의해 부형제만을 선별 회수하는 방법을 제시한다. 그러나 이 경우 부형제를 회수하는 설비와 그 운전비용이 막대하고, 또한 일반적인 필터프레스 장치의 압력이 15kg/cm² 내외인 점을 비추어볼 때

50~200kg/cm²의 고압을 가하기 위한 설비를 구성해야 한다는 것이 현실적이지 않다.

- [0012] 등록특허 10-0891023 "하수 슬러지의 응집 및 탈수방법 및 그 장치"에서는, 고분자응집제 첨가량을 75:25 비율로 나누어 1차 75% 첨가 후 초기 플록을 고속교반을 통해 잘게 부순 후 2차로 25% 첨가하여 2중으로 플록을 만들어서 플록 내에 간극수나 자유수량을 줄이는 방법을 제시한다. 다만 이러한 방법은 함수율 80%의 슬러지를 함수율 77.4% 수준으로 처리하는 것에 그칠 뿐 최종 가압탈수(필터프레스 등) 결과는 제시하지 못하고 있다.
- [0014] 등록특허 10-0793850 "하수슬러지의 처리방법 및 이로부터 생성된 탈수 케이크"에서는, 하수처리장 슬러지 처리 공정에서 소화슬러지에는 석탄 등의 카본 첨가제를 혼합하여 소화슬러지 혼합물로 만들고, 원심농축슬러지에는 폐지용액과 카본 첨가제를 혼합하여 원심농축슬러지 혼합물로 만들어, 이들 각각을 탈수시킴으로써 탈수케이크의 함수율을 저감시키고 발열량을 향상시키는 것을 특징으로 하는 하수슬러지 처리방법을 제시한다.
- [0015] 그러나 소화슬러지에 첨가되는 카본 첨가제의 양은 2~10중량%이며, 원심농축 슬러지 혼합물은 원심농축 슬러지 60~70중량%, 폐지용액 20~30중량% 및 카본 첨가제 10중량%로 이루어지고, 상기 폐지용액은 물 98~99중량%에 폐지 1~2중량%를 혼합하기 때문에 발생하는 슬러지케익의 고형분이 4~5배로 증가하므로 실제 적용하기 곤란하다고 판단된다.
- [0017] 일본공개특허 평1-111498 "하수 슬러지의 탈수 방법"에서는 응축슬러지의 고형분에 대하여 40%의 목재칩을 탈수 보조제로 첨가하면 함수율 88%가 되고, 이것을 5kg/cm²로 가압탈수하면 함수율 55%가 얻어져서 소각로에서 자체 연소 가능하게 되는 것으로 설명하고 있으나, 이는 단지 건조한 목재칩을 첨가하여 함수율을 낮추는 효과를 노리는 것이며, 결과적으로는 슬러지의 고형분 양이 약 1.4배 늘어날 뿐이다.
- [0019] 공개특허 10-2017-0116591 "하폐수 처리공정의 슬러지 농축 및 탈수 시스템 및 방법"에서는 농축부에 유입되어 수용된 2차 슬러지에 미세기포를 공급하여 폭기시킴으로써 2차 슬러지에 포함된 질소의 안정화에 따른 악취감소 및 이후 탈수기에서의 부하가 감소되어 탈수 효율 및 응집제 사용량이 감소됨은 물론, 배출되는 슬러지에 안정화된 질소가 포함되기에 이를 별도의 후처리 없이 퇴비 등의 상업적 이용이 용이하다는 장점이 제시되어 있다. 그러나 이는 어디까지나 함수율 97% 수준의 농축 슬러리를 폭기하는 과정에 관한 것으로서 최종 탈수과정(슬러지 케익 배출과정)의 효율을 높이는 것은 아니다.
- [0021] 등록특허 10-1162533 "마이크로버블발생기를 구비한 벤츄리관 및 이를 이용한 슬러지처리장치"에서도 마이크로버블발생기를 이용하여 농축부에 유입된 슬러지에 미세기포를 유입시킴으로써 슬러지 덩어리를 잘게 파쇄하여 소화되기 쉬운 상태로 처리함으로써 미생물에 의한 슬러지의 소화효율을 높이고 가연성 바이오가스의 생산을 증대시키는 효과가 제시되어 있다. 그러나 이 역시 최종 탈수과정(슬러지 케익 배출 과정)의 효율을 높이는 것은 아니다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0023] (특허문헌 0001) 1. 공개특허 10-2015-0053993 "슬러지의 탈수 처리방법 및 탈수 처리장치"
- (특허문헌 0002) 2. 등록특허 10-1237828 "첨가제 존재 하에 기계적 혼합과 압축으로 슬러지케익 내의 함수율을 40% 수준으로 재탈수시키는 방법"
- (특허문헌 0003) 3. 등록특허 10-0891023 "하수 슬러지의 응집 및 탈수방법 및 그 장치"
- (특허문헌 0004) 4. 등록특허 10-0793850 "하수슬러지의 처리방법 및 이로부터 생성된 탈수 케이크"
- (특허문헌 0005) 5. 일본공개특허 평1-111498 "하수 슬러지의 탈수 방법"
- (특허문헌 0006) 6. 공개특허 10-2017-0116591 "하폐수 처리공정의 슬러지 농축 및 탈수 시스템 및 방법"
- (특허문헌 0007) 7. 등록특허 10-1162533 "마이크로버블발생기를 구비한 벤츄리관 및 이를 이용한 슬러지처리장치"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0024] 본 발명은 에너지 소모를 최소화 하면서 가압탈수장치에 의한 슬러지 탈수 효과를 높이기 위한 시스템과 방법을 제공함에 그 목적이 있다. 이를 위해 하수에 대한 여러 가지 처리 공정(침전, 생물반응, 농축, 미생물에 의한 소화 처리, 약품 처리 등)을 거쳐 배출된 슬러지를 가압 탈수가 잘 이루어지는 상태로 형성시킬 수 있는 시스템(장치)과 방법을 도출하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0026] 이에 본 발명은 「하수처리 시설의 최종 탈수설비 전에 구비되는 슬러지 처리 시스템으로서, 하수에 대한 침전, 생물반응, 농축, 소화 처리 중 하나 이상의 단계를 거쳐 배출, 저장된 슬러지를 슬러지저장조에서 가압탈수설비 방향으로 이송하기 위한 탈수설비연결관에 산기장치가 구비되고, 상기 산기장치는, 상기 탈수설비연결관에 형성된 공기확산부; 상기 공기확산부 주변에 공간을 형성시키며 커버하는 공기안내부; 및 상기 공기안내부에 결합된 공기유입관; 을 포함하여 구성되며, 상기 미세기포에 의해 슬러지 내 배수통로가 형성되어, 상기 가압탈수설비를 거쳐 최종 배출되는 슬러지 케이크의 함수율을 저하시키도록 구성된 것을 특징으로 하는 탈수 전 슬러지 처리 시스템」을 제공한다.

[0028] 상기 공기확산부에는 상기 탈수설비연결관의 관로 상에 다수의 미세공이 타공된 미세공 타공부 또는 상기 탈수설비연결관의 일부 구간이 다공성 재질로 형성된 다공성 재질부를 적용할 수 있고, 상기 탈수설비연결관에 연통된 약품주입관을 더 포함하여 구성할 수 있다. 또한, 상기 탈수설비연결관 내부의 공기확산부 형성 구간 이후에는 인라인믹서를 추가로 구비할 수 있다.

[0030] 또한 본 발명은 「하수처리 시설의 최종 탈수설비로 이송되는 슬러지를 전처리하는 방법으로서, (a) 하수에 대한 침전, 생물반응, 농축, 소화 처리 중 하나 이상의 단계를 거쳐 배출, 저장된 슬러지를 슬러지저장조에서 가압탈수설비 방향으로 이송하는 단계; 및 (b) 상기 가압탈수설비 방향으로 이송되는 슬러지에 용해도를 초과하는 양의 미세기포를 주입시키는 단계; 를 포함하여, 상기 미세기포에 의해 슬러지 내 배수통로가 형성되어, 상기 가압탈수설비를 거쳐 최종 배출되는 슬러지 케이크의 함수율이 저하되도록 하는 탈수 전 슬러지 처리 방법」을 함께 제공한다.

[0032] 상기 (b)단계에서는 상기 가압탈수설비 방향으로 이송되는 슬러지에 계면활성제를 첨가하거나, 산화제를 함께 첨가할 수 있으며, 미세기포가 주입된 슬러지에 회전력을 가하여 상기 미세기포를 분산시키는 (c)단계를 더 포함시킬 수 있다.

발명의 효과

[0034] 본 발명이 제공하는 시스템 및 방법에 따르면 다음의 효과를 기대할 수 있다.

[0035] 1. 미세기포의 주입, 분산을 통해 슬러지에 배수통로가 형성되도록 하여 가압탈수장치에 의한 탈수 효율이 향상된다.

[0036] 2. 가압 탈수 공정에 유입되기 전의 슬러지에 미세공기의 주입과 함께 계면활성제를 첨가함으로써 미세기포의 분산성을 향상시킨다.

[0037] 3. 가압 탈수 공정에 유입되기 전의 슬러지에 오존, 과산화수소 등의 산화제를 첨가함으로써 슬러지 내 미생물의 세포벽이 파괴되도록 하여, 세포액을 탈수시킬 수 있다.

[0038] 4. 인라인믹서의 추가 적용을 통해 미세기포와 계면활성제 및/또는 산화제를 고르게 분산시킬 수 있다.

[0039] 5. 최종 배출되는 슬러지 케이크의 함수율을 저하시키기 위해 열에너지를 도입하거나, 각종 첨가제를 첨가하여 슬러지의 체적을 증가시키거나, 가압탈수설비의 압력을 향상시키는 등의 조치 없이 종래의 하수처리설비에 산기장치를 도입하는 것만으로 본 발명을 간단하게 적용할 수 있다.

[0040] 6. 최종 배출되는 슬러지 케이크는 함수율이 60% 미만으로 낮춰지므로 소각로에서 자체연소 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0042] [도 1]은 하수처리 시설을 모식적으로 나타낸 것이다.

[도 2]는 미세기포에 의해 형성된 슬러지 내 배수통로의 개념을 도시한 것이다.

[도 3]은 본 발명에 적용되는 산기장치의 여러 가지 실시예를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0043] 본 발명은 하폐수 슬러지의 함수율을 낮추는 방법 중 가압 탈수 처리 방법에 관한 것이다.
- [0045] 본 발명은 「하수처리 시설의 최종 탈수설비 전에 구비되는 슬러지 처리 시스템으로서, 하수에 대한 침전, 생물 반응, 농축, 소화 처리 중 하나 이상의 단계를 거쳐 배출, 저장된 슬러지를 슬러지저장조에서 가압탈수설비 방향으로 이송하기 위한 탈수설비연결관에 산기장치가 구비되고, 상기 산기장치는, 상기 탈수설비연결관에 형성된 공기확산부; 상기 공기확산부 주변에 공간을 형성시키며 커버하는 공기안내부; 및 상기 공기안내부에 결합된 공기유입관; 을 포함하여 구성되며, 상기 산기장치를 거쳐 상기 탈수설비연결관 내에 공급된 미세기포에 의해 슬러지 내 배수통로가 형성되어, 상기 가압탈수설비를 거쳐 최종 배출되는 슬러지 케이크의 함수율을 저하시키도록 구성된 것을 특징으로 하는 탈수 전 슬러지 처리 시스템(이하 '본 발명 시스템')」을 제공한다.
- [0047] 또한 본 발명은 「하수처리 시설의 최종 탈수설비로 이송되는 슬러지를 전처리하는 방법으로서, (a) 하수에 대한 침전, 생물반응, 농축, 소화 처리 중 하나 이상의 단계를 거쳐 배출, 저장된 슬러지를 슬러지저장조에서 가압탈수설비 방향으로 이송하는 단계; 및 (b) 상기 가압탈수설비 방향으로 이송되는 슬러지에 용해도를 초과하는 양의 미세기포를 주입시키는 단계; 를 포함하여, 상기 산기장치를 거쳐 상기 탈수설비연결관 내에 공급된 미세기포에 의해 슬러지 내 배수통로가 형성되어, 상기 가압탈수설비를 거쳐 최종 배출되는 슬러지 케이크의 함수율이 저하되도록 하는 탈수 전 슬러지 처리 방법(이하 '본 발명 방법')」을 함께 제공한다.
- [0049] 일반적으로 적용되고 있는 하폐수 슬러지 가압 탈수 처리 과정을 [도 1]의 하폐수 처리 시설 개념도와 함께 간단히 살펴보면 다음과 같다. 하폐수 처리 시설에 유입된 하수(폐수)는 침사지(100)에서 흙, 모래 등 비중이 무거운 물질을 침강시켜 제거하고 최초침전지(200)에서 부상, 응집 등의 방법으로 각종 유기물과 무기물을 침전시킨다. 수질이 양호한 상징수(침전지 또는 최초침전조에서 고체물질을 침전시킨 후 그 상부에 존재하는 물)는 최종침전지(400)로 보낼 수 있고 침강된 슬러리는 성상에 따라 생물반응조(300) 또는 농축조(500)로 이송된다.
- [0050] 유기물 성분이 많은 슬러리는 생물반응조(300)로 이송하여, 미생물(이 과정에서는 주로 호기성 미생물)을 이용하여 유기물 성분을 분해 처리한다.
- [0051] 상기 생물반응조(300)에서 처리된 물은 최종침전지(400)에서 침전시켜 상징수는 살균 후 방류하며 침전된 슬러리는 원심농축기(700)에서 농축 후 슬러리지장조(800)로 이송된다.
- [0052] 상기 최초침전지(200)에 침강된 슬러리 중 유기물 성분이 적은 경우에는 농축조(500)로 이송되어 농축과정을 거친 후 소화조(600)로 이송되어 미생물에 의해 소화처리된다. 이 과정에서는 대체로 혐기성 미생물을 이용하여 메탄가스 등을 발생시키고 상기 메탄가스는 연료로 활용한다. 농축과정을 거친 슬러리를 상기 소화조(600)로 이송할 때에는 필요시 온도 조절을 위해 열교환기(610)를 사용한다. 소화처리된 슬러리는 다시 슬러지저장조(800)로 이송된다.
- [0053] 상기 슬러지저장조(800)에서 가압탈수설비(1000)로 슬러지를 공급할 때에는 약품주입설비(900)를 이용하여 필요한 약품을 주입하고 탈수를 진행한다. 탈수시 배출된 배출수는 전단계 설비(최초침전지 또는 농축조 또는 생물반응조 또는 소화조 중 적당한 곳)로 이송되고 탈수된 슬러지 케이크는 처분한다.
- [0054] 상기 가압탈수설비(1000)로는 벨트프레스, 필터프레스 등을 적용할 수 있는데, 슬러지 내 수분이 고형분에 갇히는 경우에는 탈수가 제대로 이루어지지 않게 된다.
- [0056] 본 발명은 슬러지저장조(800)에서 탈수설비(1000)로 이송되는 슬러지에 미세기포를 주입, 분산시켜 가압탈수설비에서의 탈수 효율을 극대화시키기 위한 것이다. [도 2]에 도시된 바와 같이 미세기포에 의한 배수통로가 형성되도록 함으로서, 가압탈수설비를 통해 슬러지에 압력이 가해질 때 고형분에 갇힌 수분이 쉽게 배출되도록 한 것이다.
- [0057] 이에 따라 상기 가압탈수설비를 거쳐 최종 배출되는 슬러지 케이크의 함수율을 저하시킬 수 있다.
- [0059] 본 발명을 다시 [도 1]과 함께 설명하면, 상기 슬러지저장조(800)와 탈수설비(1000) 사이에 산기장치(1100)가 설치된다. 즉, 하수에 대한 침전, 생물반응, 농축, 소화 처리 중 하나 이상의 단계를 거쳐 배출, 저장된 슬러지를 슬러지저장조(800)에서 가압탈수설비(1000) 방향으로 이송하기 위한 탈수설비연결관(1110)에 산기장치(1100)가 구비되는 것이다.

- [0060] 상기 산기장치(1100)에 미세기포를 주입하기 위해서는 마이크로버블 발생기를 도입할 수도 있으나, 에너지 소요의 최소화를 위해서는 공기압축기(1200)를 통해 압축공기가 공급되는 과정 또는 베르누이의 원리를 이용하여 공기가 흡입되는 과정에서 미세기포로 파쇄되도록 구성하는 것이 바람직하다.
- [0061] [도 3]에는 상기 산기장치(1100)의 여러 실시예가 도시되어 있다. 상기 산기장치(1100)는 슬러지를 탈수설비 쪽으로 이동시키기 위한 탈수설비연결관(1110)에 공기를 주입하는 장치로서, 관로 상에 다수 미세공을 타공하여 형성시킨 미세공 타공부 또는 관로의 일부를 다공성 재질로 형성시킨 다공성 재질부를 통해 유입되는 공기가 미세기포 형태로 공급되도록 할 수 있다. 이하에서는 상기 탈수설비연결관(1110)의 관로상에 형성된 미세공 타공부 또는 다공성 재질 형성부를 공기확산부(1120)라 통칭한다. 상기 탈수설비연결관(1110)에는 상기 공기확산부(1120) 주변을 커버하는 공기안내부(1130)가 결합되어 있으며, 상기 공기안내부(1130)에는 공기유입관(1140)이 결합되어 있다. 상기 공기확산부(1120), 공기안내부(1130) 및 공기유입관(1140)은 [도 3]에 도시된 산기장치(1100) 실시예들의 공통된 구성요소이다.
- [0062] [도 3]의 (a)는 공기압축기(1200)에서 제공되는 압축공기를 상기 공기확산부(1120)에 공급하도록 구성된 산기장치(1100)의 실시예가 도시되어 있다. 따라서 상기 공기유입관(1140)의 일단은 상기 공기압축기(1200)에 연통되어 있고, 타단은 상기 공기안내부(1130)에 연통되어 있다.
- [0063] [도 3]의 (b)는 상기 탈수설비연결관(1110) 내측, 상기 공기확산부(1120) 형성구간에 슬러지가 흘러갈 유로의 단면적을 줄여서 유속을 빠르게 하기 위하여 흐름제어부(1160)를 설치한 것이다. 상기 흐름제어부(1160)는 전체적으로 유선형 몸체로 구성하여 흐름저항을 낮출 수 있고, 머리부분에는 나선형으로 휘어진 흐름안내판(1170)을 설치하여 슬러지가 나선형으로 회전하며 이동하도록 구성된 실시예가 도시되어 있다. 이 경우에는 상기 산기장치(1100)가 상기 공기압축기(1200)에서 압축공기를 제공받도록 구성할 수 있으나, 상기 공기유입관(1140)을 공기압축기(1200)에 연통시키지 않고, 상기 흐름제어부(1160)에 의해 슬러지의 유속을 빠른 속도로 이동하면서 발생하는 탈수설비연결관(1110) 내부의 부압에 의해 외부(대기 중)의 공기가 상기 공기유입관(1140)을 통해 흡입되도록 구성할 수도 있다.
- [0064] [도 3]의 (c)는 상기 탈수설비연결관(1110)의 공기확산부(1120) 형성 구간의 관경을 좁게 구성하여 해당 구간의 압력을 낮춤으로써 외부(대기 중)의 공기가 상기 공기유입관(1140)을 통해 흡입되도록 구성된 산기장치의 실시예이다.
- [0065] 상기 산기장치를 통해 주입되는 공기가 모두 슬러지에 용해되면 본 발명이 이루고자 하는 소정의 효과를 얻을 수 없게 되므로 용해도를 초과하는 공기량을 주입하는 것이 중요하다.
- [0067] 본 발명 방법의 (b)단계에서는 상기 가압탈수설비 방향으로 이송되는 슬러지에는 계면활성제를 함께 첨가할 수 있다. 즉 상기 탈수설비연결관(1110)에 연통된 약품주입관(901)을 통해 계면활성제를 주입함에 따라 슬러지 내에 갇힌 공기를 미세기포로 분산시킬 수 있다.
- [0068] 상기 계면활성제는 슬러지 내 미생물의 세포벽을 얇게 만들어 세포벽이 쉽게 파괴되도록 한다. 슬러지 내에 포함되어 있는 미생물은 세포벽 내에 세포액을 가두어 두고 있으며 이러한 세포액은 슬러지 케이크의 함수율이 낮아지지 않는 원인 중의 하나이다. 종래에도 소화조(600)에서 약품 첨가를 통해 슬러지 내의 유기물이 소화조 내 미생물의 먹이로 활용되도록 하여 소화 효율을 높이는 방법은 있었으나, 이렇게 하더라도 최종적으로는 새로이 성장한 미생물의 세포벽이 유지됨으로써 세포액이 탈수되지 않는 문제는 상존한다. 따라서, 상기 계면활성제에 의해 슬러지 내 미생물의 세포벽을 얇게 만들고, 슬러지 가압 시 미세기포에 의해 전달되는 압력으로 상기 세포벽이 파괴됨으로써 세포액을 배출시키는 것이 슬러지 케이크의 함수율을 낮추는데 이바지한다.
- [0070] 슬러지 내 미생물의 세포벽을 파괴하는 측면에서 본 발명 방법의 (b)단계에서는 상기 가압탈수설비 방향으로 이송되는 슬러지에 과산화수소, 오존 등의 산화제를 첨가할 수 있다. 상기 산화제는 슬러지 내 미생물의 세포벽을 녹여 세포액이 배출되도록 함으로써 슬러지에 대한 탈수성이 개선된다. 특히 과산화수소를 첨가하는 경우에는 슬러지 내 미생물의 세포벽을 파괴하면서 과산화수소 거품(미세기포)가 발생한다. 이렇게 발생한 과산화수소 거품(미세기포)은 슬러지에 대한 가압 탈수 공정시 미생물에 압력을 전달하여 세포벽이 터지도록 하고, 전술한 배수통로의 역할도 겸한다. 아울러, 과산화수소와 계면활성제를 함께 적용하는 경우에는 슬러지 내에 상기 과산화수소 거품(미세기포)이 고르게 분산되도록 하여, 가압 탈수 공정 전에 상기 과산화수소 거품이 미리 세어 나가는 것을 방지하는 시너지 효과도 있다.
- [0071] 상기 산화제는 상기 계면활성제와 함께 또는 별도로 첨가할 수 있으며, 약품주입설비(900)에서 슬러지저장조(800)의 안쪽으로 연결되는 약품주입관(903)을 통해 탈수설비연결관(1110) 입구에 유입되도록 하거나(슬러지저

장조 내의 슬러지와 함께 탈수설비연결관(1110) 쪽으로 빨려들어가도록 하는 간접 연통 방식), 상기 산기장치 (1100) 쪽으로 연결된 약품주입관(901) 또는 상기 가압탈수설비(1000) 쪽으로 직접 연결된 약품주입관(902)을 통해 슬러지에 주입할 수 있다(직접 연통방식).

[0073] 한편, 미세기포가 주입된 슬러지에 회전력을 가하여 상기 미세기포를 분산시킬 수 있다. 구체적으로는 상기 탈수설비연결관(1110) 내부에 인라인믹서(1150)를 설치하여 미세기포가 주입된 슬러지에 회전력을 가할 수 있다.

[0075] 이하에서는 실험데이터와 함께 본 발명의 효과를 살펴보기로 한다.

[0077] 아래 [표 1] 및 [그래프 1]은 고형분 2%(함수율 98%)의 슬러지 200ml(이하 '시험 슬러지 시료')를 대상으로 본 발명을 모의 적용한 결과를 정리한 것이다. 응집제로는 염화제2철 38% 용액을 사용하였다. 다만, 본 발명 시스템을 실제로 설치하지 않는 이상 이송 중인 슬러지에 용해도를 초과하는 양의 미세기포를 주입시키는 본 발명 방법의 (b)단계를 그대로 재현하기 어려워 상기 슬러지를 교반하여 슬러지 내에 기포가 발생토록 하였고, 슬러지 교반 시간에 따른 가압 탈수 후 슬러지 케이크의 함수율을 비교하였다. 교반 시간이 길어짐에 따라 가압 탈수 후 슬러지 케이크의 함수율이 낮아지는 경향이 있으나, 교반 시간을 22분에서 38분으로 늘려도 함수율 저하 폭이 0.2%에 그쳐 교반 시간만을 늘리는 것은 효율적이지 않은 것으로 판단된다.

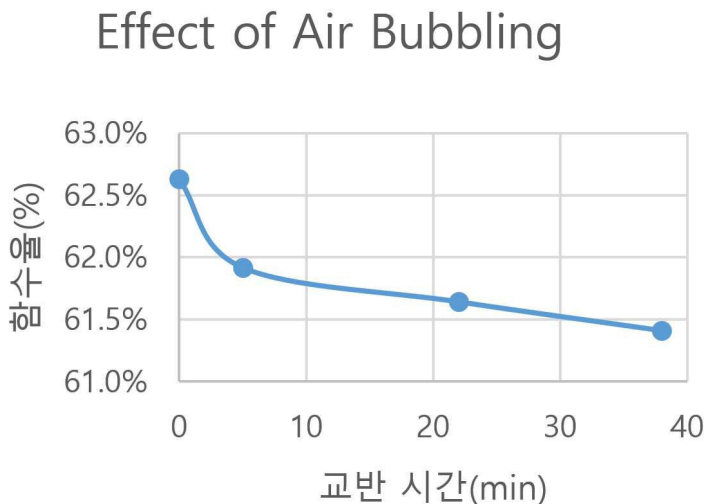
[0078] 다만, 이러한 결과는 본 발명 시스템 및 방법을 충실히 재현한 결과가 아니다. 교반만으로는 슬러지 내에 충분한 미세기포가 형성되었다고 보기 어렵다. 다만, 본 실험에서는 슬러지 내에 기포가 발생함에 따라 가압 탈수 효과가 향상되는 현상을 확인한 점에 의의가 있다.

표 1

[0080]

| 교반 시간(min) | 함수율 |
|------------|-------|
| 0 | 62.6% |
| 5 | 61.9% |
| 22 | 61.6% |
| 38 | 61.4% |

[0082] [그래프 1]



[0083]

[0085] 아래 [표 2] 및 [그래프 2]는 상기 시험 슬러지 시료에 계면활성제로서 라우릴황산나트륨(sodium lauryl sulfate)을 첨가하고 3분 동안 교반한 후 응집제로 염화제2철 38% 용액 2ml를 투입한 후 3분간 교반하였다. 가압 탈수한 슬러지 케이크의 함수율을 비교한 결과를 상기 라우릴황산나트륨 첨가 비율별로 정리한 것이다.

[0086] 상기 라우릴황산나트륨의 첨가에 의해 기포가 분산되어 미세기포가 고르게 형성되고, 이에 따라 가압 탈수 효과도 향상되어 슬러지 케이크의 함수율이 낮아지는 것을 확인할 수 있다.

표 2

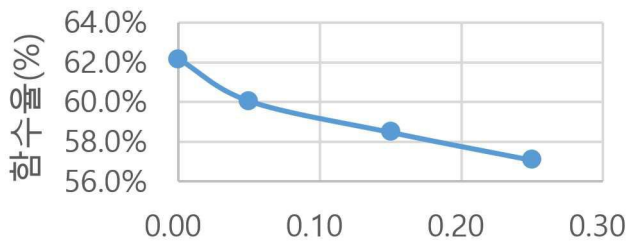
[0088]

| 라우릴황산나트륨 첨가 비율(wt%) | 배출된 슬러지 케이크의 함수율 |
|---------------------|------------------|
| 0.00 | 62.2% |
| 0.05 | 60.0% |
| 0.15 | 58.5% |
| 0.25 | 57.1% |

[0090]

[그래프 2]

Effect of Surfactant



Sodium lauryl sulfate dosage (%)

[0091]

[0093]

아래 [표 3] 및 [그래프 3]는 상기 시험 슬러지 시료에 첨가하는 계면활성제 종류에 따른 가압 탈수한 슬러지 케이크의 함수율을 비교한 결과를 정리한 것이다. 실험 방법은 상기 시험 슬러지 시료에 계면활성제를 투입하고 기포발생 작업을 1분간 실시 후 응집제로 염화제2철 38% 용액 2ml를 투입하고 교반 작업은 3분간 실시하였다.

[0094]

계면활성제 사용 여부에 따른 함수율 차이는 크나, 계면활성제의 종류에 의한 영향은 크지 않은 것으로 나타났다.

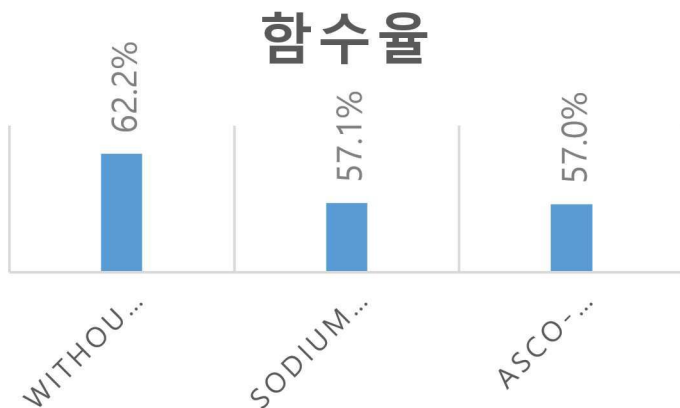
표 3

[0096]

| 계면활성제 종류 | 함수율 |
|------------------------------------|-------|
| 무첨가 | 62.2% |
| sodium lauryl sulfate dosage 0.25% | 57.1% |
| ASCO-28(28%) 1% | 57.0% |

[0098]

[그래프 3]



[0099]

[0101]

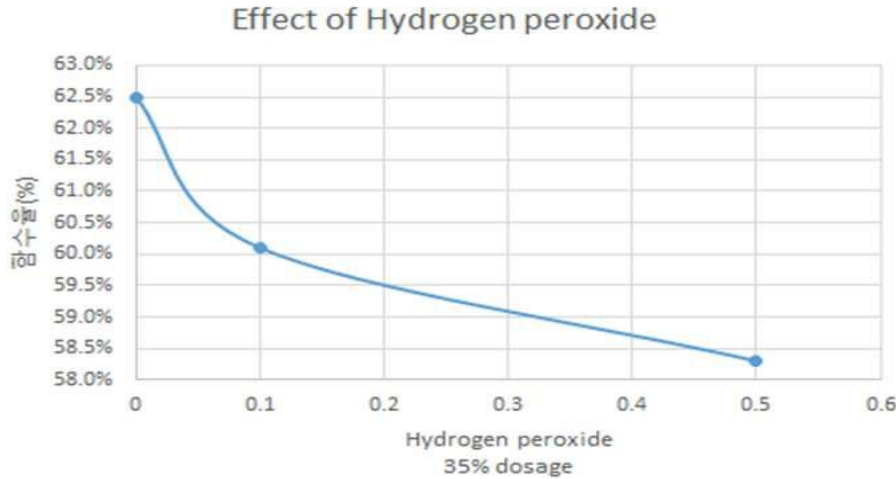
아래 [표 4] 및 [그래프 4]는 상기 시험 슬러지 시료에 세포벽 파괴 및 기포 발생을 위한 산화제로서 과산화수소(35% 수용액)를 첨가하고 3분 동안 교반한 후 응집제로 염화제2철 38% 용액 2ml를 투입하고 3분간 교반하고,

가압 탈수한 슬러지 케이크의 함수율을 비교한 결과를 과산화수소 첨가 비율별로 정리한 것이다. 과산화수소 투입량 증가에 따른 탈수성 개선 효과를 확인할 수 있다.

표 4

| 과산화수소(35%) | 함수율 |
|------------|-------|
| 0% | 62.5% |
| 0.1% | 60.1% |
| 0.5% | 58.3% |

[그래프 4]



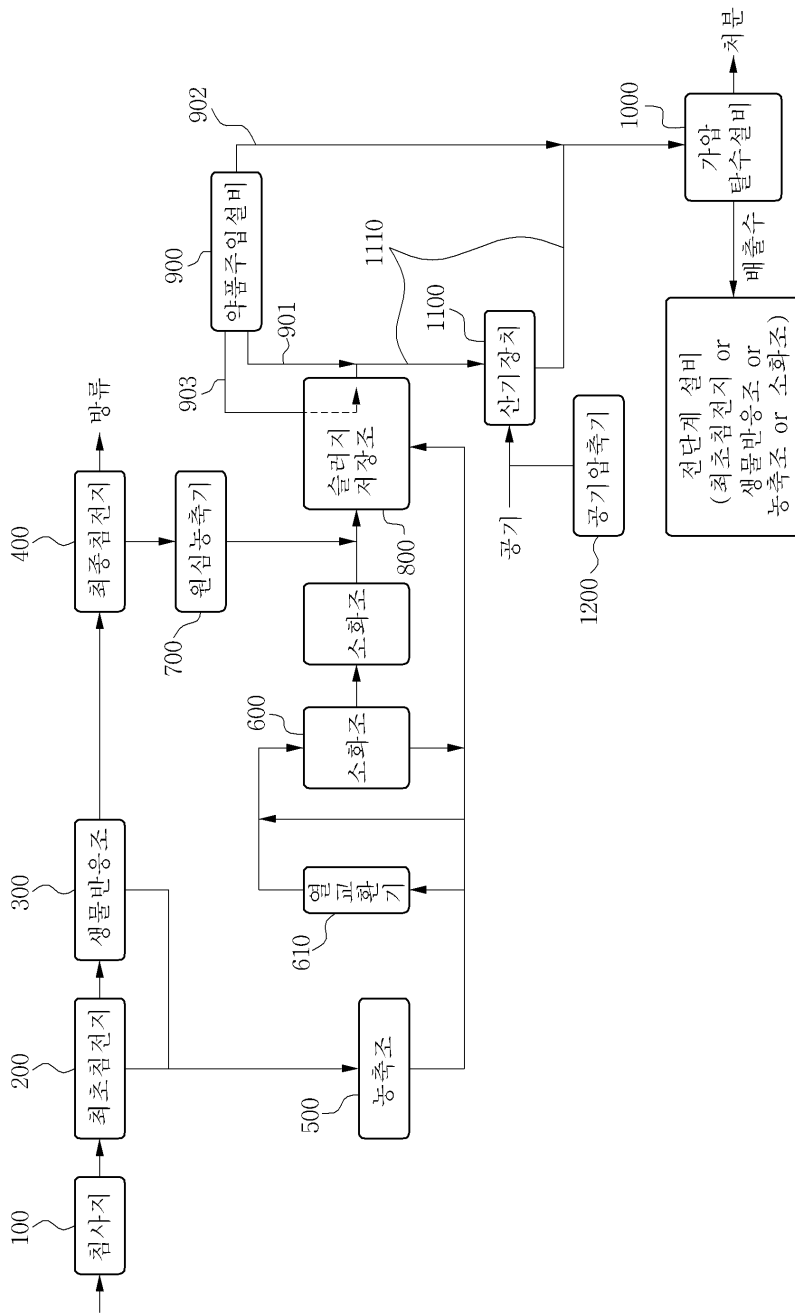
이상에서 본 발명에 대하여 구체적인 실시예와 함께 상세하게 살펴보았다. 그러나 본 발명은 위의 실시예에 의하여 한정되는 것은 아니며 본 발명의 요지를 벗어남이 없는 범위에서 수정 및 변형될 수 있다. 따라서 본 발명의 청구범위는 이와 같은 수정 및 변형을 포함한다.

부호의 설명

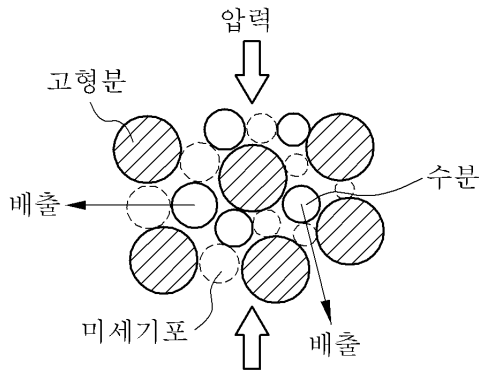
- 100 : 침사지
- 200 : 최초침전지
- 300 : 생물반응조
- 400 : 최종침전지
- 500 : 농축조
- 600 : 소화조
- 610 : 열교환기
- 700 : 원심농축기
- 800 : 슬러지저장조
- 900 : 약품주입설비
- 901, 902, 903 : 약품주입관
- 1000 : 가압탈수설비
- 1100 : 산기장치
- 1110 : 탈수설비연결관
- 1120 : 공기확산부
- 1130 : 공기안내부
- 1140 : 공기유입관
- 1150 : 인라인믹서
- 1160 : 흐름제어부
- 1170 : 흐름안내관
- 1200 : 공기압축기

도면

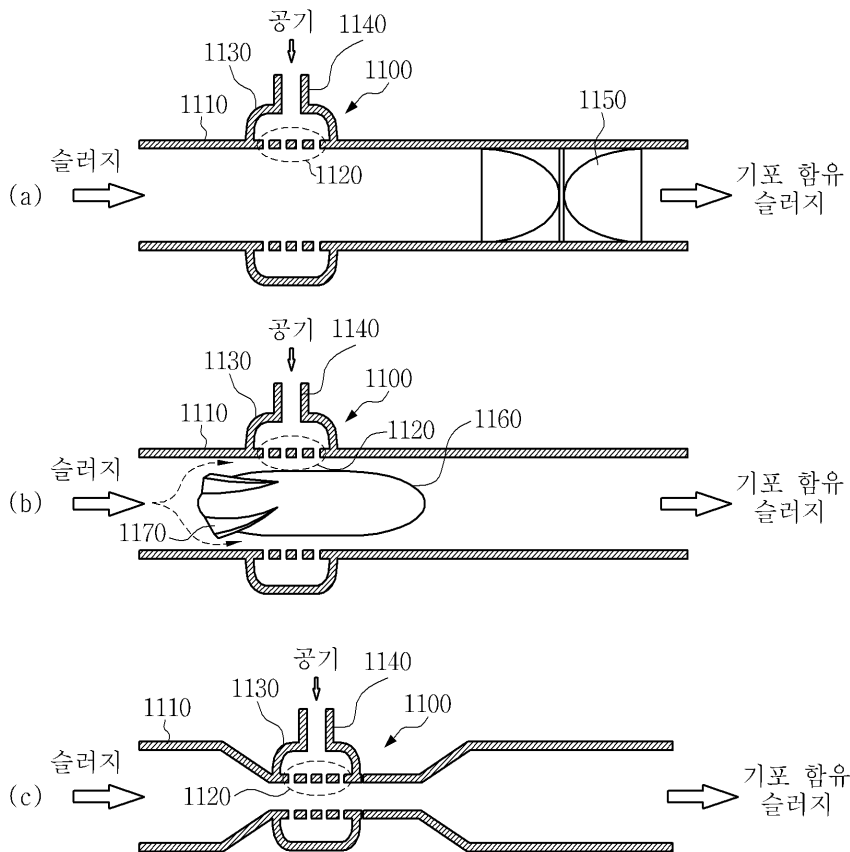
도면1



도면2



도면3



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 5 줄 8

【변경전】

상기 산기장치를 거쳐 상기 탈수설비연결관 내에 공급된

【변경후】

산기장치를 거쳐 상기 탈수설비연결관 내에 공급된

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 5 줄 4

【변경전】

슬러지를 슬러지저장조에서 가압탈수설비 방향으로 이송하는

【변경후】

슬러지를 슬러지저장조에서 탈수설비연결관을 통해 가압탈수설비 방향으로 이송하는