



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호

10-2016-0095280

(43) 공개일자

2016년08월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C02F 11/14 (2006.01) C02F 11/12 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C02F 11/14 (2013.01)

C02F 11/12 (2013.01)

(21) 출원번호

10-2015-0016151

(22) 출원일자

2015년02월02일

심사청구일자

2015년02월02일

(71) 출원인

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

이창하

울산광역시 울주군 범서읍 구영로 75-25 102동 2003호 (구영리, 동문굿모닝힐아파트)

김민식

울산광역시 울주군 범서읍 점촌4길 43 101동 708호 (구영리, 현대아파트)

(74) 대리인

특허법인 프렌즈드림

전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭

활성 퍼실페이트를 이용한 슬러지의 탈수성 향상 방법 및 이를 이용한 탈수 방법

(57) 요약

본 발명은 활성 퍼실페이트를 이용한 슬러지의 탈수성 향상 방법 및 이를 이용한 탈수 방법에 관한 것으로, 보다 자세하게는 활성 퍼실페이트를 이용해서 슬러지 내 탈수 저해 인자를 산화 분해시켜 슬러지의 탈수성을 향상시키는 방법 및 이를 이용한 슬러지의 탈수 방법에 관한 것으로, 본 발명의 슬러지의 탈수성 향상 방법은 강력한 고도 산화제인 퍼실페이트를 활성화하여 슬러지 내의 주성분인 미생물체의 세포를 공격하여, 미생물체의 세포 내 수분을 용출시키고, 탈수 저해인자인 세포외 중합체(EPS; extracellular polymeric substances)를 저감시켜, 슬러지의 탈수율을 향상시킬 수 있으며, 또한 미생물체의 가용화를 통해 슬러지의 무게 감량을 도모할 수 있다.

명세서

청구범위

청구항 1

- a) 슬러지에 퍼셀레이트 화합물을 첨가하여 슬러지와 퍼셀레이트 화합물의 혼합물을 제조하는 단계; 및
- b) 열처리 또는 알칼리 처리로 상기 a) 단계에서 제조된 혼합물을 활성화하는 단계를 포함하고, 상기 퍼셀레이트가 퍼옥시모노설페이트 또는 퍼옥시디설페이트인, 슬러지의 탈수성 향상 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 a) 단계에서, 퍼셀레이트 화합물이 슬러지의 휘발성 부유 고형물(Volatile Suspended Solid, VSS)에 대하여 0.1~20 mmol/g의 농도로 처리되는, 슬러지의 탈수성 향상 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 b) 단계의 열처리 온도가 60 ~ 90℃인, 슬러지의 탈수성 향상 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 b) 단계의 열처리 시간이 5분 ~ 4시간인, 슬러지의 탈수성 향상 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 b) 단계의 알칼리 처리가, 슬러지의 휘발성 부유 고형물(VSS)에 대해 30~300 mmol/g VSS의 농도로 염기를 첨가하는 것에 의해 이루어지는, 슬러지의 탈수성 향상 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 염기가 NaOH, KOH, LiOH, Ca(OH)₂, Sr(OH)₂, 및 Ba(OH)₂로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상인, 슬러지의 탈수 방법.

청구항 7

- a) 슬러지에 퍼셀레이트 화합물을 첨가하여 슬러지와 퍼셀레이트 화합물의 혼합물을 제조하는 단계;
- b) 열처리로 상기 a) 단계에서 제조된 혼합물을 활성화하는 단계; 및
- c) 상기 b) 단계에서 활성화된 혼합물을 여과하는 단계를 포함하고, 상기 퍼셀레이트 화합물이 퍼옥시모노설페이트 또는 퍼옥시디설페이트인, 슬러지의 탈수 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 b) 단계의 열처리 온도가 60 ~ 90℃이고, 열처리 시간이 30분 ~ 4시간이며, 상기 퍼셀페이트 화합물이 퍼옥시디설페이트인, 슬러지의 탈수 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 c) 단계의 여과가, 걸리 다공성(Gurley porosity)이 1 ~ 25 초/100 mL. air/sq.in.인 필터지로 여과되는 것에 의해 이루어지는, 슬러지의 탈수 방법.

청구항 10

a) 슬러지에 퍼셀페이트 화합물을 첨가하여 슬러지와 퍼셀페이트 화합물의 혼합물을 제조하는 단계;

b) 열처리 또는 알칼리 처리로 상기 a) 단계에서 제조된 혼합물을 활성화하는 단계; 및

c) 상기 b) 단계에서 활성화된 혼합물을 원심분리하는 단계를 포함하고, 상기 퍼셀페이트 화합물이 퍼옥시모노설페이트 또는 퍼옥시디설페이트인, 슬러지의 탈수 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 b) 단계가, 알칼리 처리로 상기 a) 단계에서 제조된 혼합물을 활성화하는 단계이고, 상기 알칼리 처리는 슬러지의 휘발성 부유 고형물(VSS)에 대해 30~300 mmol/g VSS의 농도로 염기를 첨가하는 것에 의해 이루어지는, 슬러지의 탈수 방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 c) 단계의 원심분리가 2000~6000rpm, 15분 ~ 2시간의 조건으로 수행되는, 슬러지의 탈수 방법.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 퍼셀페이트 화합물이 퍼옥시디설페이트인, 슬러지의 탈수 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 활성 퍼셀페이트를 이용한 슬러지의 탈수성 향상 방법 및 이를 이용한 탈수 방법에 관한 것으로, 보다 자세하게는 활성 퍼셀페이트를 이용해서 슬러지 내 탈수 저해 인자를 산화 분해시켜 슬러지의 탈수성을 향상시키는 방법 및 이를 이용한 슬러지의 탈수 방법에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 함수율이 높은 하수슬러지, 폐수 슬러지, 정수 슬러지, 준설슬러지 및 진흙슬러지는 대표적인 환경오염물질로서, 종래에는 해양투기, 매립 등의 방법으로 처리되어 왔으며, 현재 그 오염물질들에 의해 오염된 환경을 복원시키는 여러 가지 방안이 현재 마련되고 있는 실정이다.
- [0003] 슬러지에 대한 탈수 방법으로는 탈수제 등을 이용한 화학적인 방법 또는 탈수 장치를 이용한 탈수 방법을 들 수 있다.
- [0004] 예컨대 화학적인 탈수 방법으로는 생석회, 시멘트 등의 강알칼리성 재료를 투입하는 방법을 들 수 있다. 예컨대, 대한민국 특허공개 제1994-7000977호 및 대한민국 특허공개 제2000-0006609호에는 폐수 슬러지의 처리를 위하여 석회 등을 이용하는 방법이 개시되어 있다. 그러나, 이와 같이 강알칼리성 재료를 슬러지에 투입할 경우 냄새가 발생하고, 재슬러리화 되는 문제점이 있었다.
- [0005] 따라서, 이를 보완하기 위해 황산 및 황산철 등의 산성재료를 추가 투입하는 방법이 개발되었으나, 투입되는 원재료의 가격이 높아 경제성이 낮다는 추가적인 문제점이 발생하였다.
- [0006] 이러한, 화학적인 탈수 방법에 따른 결점을 보완하기 위해 탈수 장치를 이용한 탈수 방법이 시도 되었다,
- [0007] 그러나, 하수처리장, 분뇨 처리 장소 및 각종 산업 폐수 처리 시설로부터 발생하는 슬러지를 그대로 탈수하는 것은 매우 어렵기 때문에 고분자 응집제를 첨가한 후 스크류 프레스, 스크류 디칸터, 벨트 프레스 등의 탈수 장치로 기계 탈수 처리하는 방법이 사용되고 있다.
- [0008] 상기 고분자 응집제를 사용한 일반적인 탈수방법은 슬러지 내 입자상 부유물을 응집시킨 후 생성된 플록을 고분자화 시켜, 단시간 내 효율적으로 슬러지를 고액분리 시키는 방법이다. 하지만, 슬러지의 주성분인 미생물체의 세포 안에 포함되어 있는 수분은 응집제에 의해 용출시킬 수 없으며, 응집 후 탈수 공정에서 압착 등의 기계적인 방법으로도 탈수하기 매우 어렵다는 문제점이 있다. 즉, 고분자 응집제를 이용한 종래의 탈수 방법에서는 슬러지 탈수 케이크의 높은 함수율, 탈수 후에도 여전히 살아있는 유해미생물, 무게감량의 한계 등이 문제가 되고 있어 양호한 탈수를 바랄 수 없다.
- [0009] 따라서, 슬러지의 함수율을 충분히 저감 시키고, 유해미생물을 감소시킴과 함께, 슬러지의 무게를 충분히 감소시킬 수 있는 새로운 슬러지의 탈수 방법의 개발을 필요로 한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 대한민국 특허공개 제1994-7000977호
(특허문헌 0002) 대한민국 특허공개 제2000-0006609호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명자는 퍼실페이트 화합물을 슬러지에 혼합한 후, 열처리 또는 알칼리 처리를 하면 슬러지의 탈수성이 향상되는 것을 발견하였고, 또한, 열처리 또는 알칼리 처리에 따라 적합한 탈수 방법이 다르다는 것을 추가로 발견하여, 본 발명을 완성하였다.
- [0012] 따라서, 본 발명의 첫 번째 목적은, a) 슬러지에 퍼실페이트 화합물을 첨가하여 슬러지와 퍼실페이트 화합물의 혼합물을 제조하는 단계, 및 b) 열처리 또는 알칼리 처리로 상기 a) 단계에서 제조된 혼합물을 활성화하는 단계를 포함하고, 상기 퍼실페이트가 퍼옥시모노설페이트 또는 퍼옥시디설페이트인, 슬러지의 탈수성 향상 방법을 제공하는 것이다.

[0013] 또한, 본 발명의 두 번째 목적은, 상기 방법으로 탈수성이 향상된 슬러지를 여과 또는 원심분리로 탈수하는, 슬러지의 탈수 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0014] 상기 첫 번째 목적을 해결하기 위해, 본 발명은 a) 슬러지에 퍼설페이트 화합물을 첨가하여 슬러지와 퍼설페이트 화합물의 혼합물을 제조하는 단계, 및 b) 열처리 또는 알칼리 처리로 상기 a) 단계에서 제조된 혼합물을 활성화하는 단계를 포함하고, 상기 퍼설페이트가 퍼옥시모노설페이트 또는 퍼옥시디설페이트인, 슬러지의 탈수성 향상 방법을 제공한다.

[0015] 또한, 상기 두 번째 목적을 해결하기 위해, 본 발명은 상기 방법으로 탈수성이 향상된 슬러지를 여과 또는 원심분리로 탈수하는, 슬러지의 탈수 방법을 제공한다.

발명의 효과

[0016] 본 발명의 슬러지의 탈수성 향상 방법은 강력한 고도 산화제인 퍼설페이트를 활성화하여 슬러지 내의 주성분인 미생물체의 세포를 공격하여, 미생물체의 세포 내 수분을 용출시키고, 탈수 저해인자인 세포외 중합체(EPS; extracellular polymeric substances)를 저감시켜, 슬러지의 탈수율을 향상시킬 수 있으며, 또한 미생물체의 가용화를 통해 슬러지의 무게 감량을 도모할 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 본 발명은 a) 슬러지에 퍼설페이트 화합물을 첨가하여 슬러지와 퍼설페이트 화합물의 혼합물을 제조하는 단계, 및 b) 열처리 또는 알칼리 처리로 상기 a) 단계에서 제조된 혼합물을 활성화하는 단계를 포함하고, 상기 퍼설페이트가 퍼옥시모노설페이트 또는 퍼옥시디설페이트인, 슬러지의 탈수성 향상 방법을 제공한다.

[0018] a) 슬러지에 퍼설페이트 화합물을 첨가하여 슬러지와 퍼설페이트 화합물의 혼합물을 제조하는 단계

[0019] 상기 퍼설페이트는 강력한 고도 산화제로서 슬러지를 산화시키며, 특히 슬러지의 미생물을 산화 공격할 수 있다. 또한, 상기 단계에서 퍼설페이트 화합물 첨가 농도는 슬러지의 휘발성 부유 고형물(Volatile Suspended Solid, VSS)에 대하여 0.1~ 20mmol/g일 수 있고, 바람직하게는 0.2 ~ 10 mmol/g일 수 있으며, 더 바람직하게는 1 ~ 2.5mmol/g일 수 있다.

[0020] 상기 퍼설페이트 화합물이 상기 슬러지 VSS에 대하여 0.1 mmol/g 미만으로 첨가될 경우 충분치 못한 산화제 농도로 인한 탈수성의 변화가 없는 문제점이 있고, 20 mmol/g VSS의 양을 초과하여 첨가될 경우 슬러지의 과잉분해가 발생하여 매우 작은 미립자로 분해되어 오히려 탈수성이 저해될 뿐만 아니라 슬러지 내 설페이트 이온이 고농도로 누적되는 문제점이 있다.

[0021] b) 열처리 또는 알칼리 처리로 상기 a) 단계에서 제조된 혼합물을 활성화하는 단계

[0022] 상기 b) 단계는 열처리 또는 알칼리 처리로 퍼설페이트 화합물이 설페이트 라디칼로 전환(활성화)되어 슬러지 내의 미생물체의 세포벽을 공격하여 미생물체 세포내의 수분을 용출시킬 수 있고, 탈수 저해인자인 세포외 중합체(EPS; extracellular polymeric substances)를 저감시킬 수 있다.

[0023] 상기 b) 단계에서 활성화 방법이 열처리일 경우, 열처리 온도는 60 ~ 90℃일 수 있고, 바람직하게는 70 ~ 90℃일 수 있다. 열처리 온도가 60℃ 미만이거나, 90℃ 초과할 경우, 퍼설페이트 화합물의 활성화가 제대로 진행되지 않아서 슬러지의 가용화가 충분하게 일어나지 않을 수 있다.

[0024] 또한, 상기 열처리에서, 퍼설페이트 화합물이 퍼옥시디설페이트일 경우에는 열처리 시간이 30분 ~ 4시간일 수

있고, 바람직하게는 30분 ~ 3시간, 더 바람직하게는 30분 ~ 2시간일 수 있다. 반면에, 퍼설페이트 화합물이 퍼옥시모노설페이트일 경우에는, 5분 ~ 30분이 바람직할 수 있고, 더 바람직하게는 5분 ~ 20분일 수 있다.

- [0025] 또한, 상기 b) 단계에서 활성화 방법이 알칼리 처리일 경우, 알칼리 처리는 a) 단계에서 제조된 혼합물의 휘발성 부유 고형물(VSS)에 대하여 염기를 30 ~ 300 mmol/g VSS, 바람직하게는 50 ~ 200 mmol/g VSS 농도로 처리할 수 있다.
- [0026] 상기 염기 농도가 30 mmol/g VSS 미만일 경우, 퍼설페이트 화합물을 활성화시키기 어려우며, 공정 시간이 매우 오래 걸릴 수 있다. 또한, 염기를 300 mmol/g VSS 초과 농도로 처리할 경우, 30~300 mmol/g 농도에서도 충분히 퍼설페이트 화합물을 활성화시킬 수 있기 때문에 불필요하게 염기성 물질을 과다 사용하게 되고, 이로 인해 여과액의 pH가 매우 높아지기 때문에 이를 처리하기 위한 비용적, 환경적 문제가 발생할 수 있다.
- [0027] 고농도의 염기는 그 자체로 슬러지를 가용화시키므로, 슬러지 탈수 및 부피 감량에 이용되는 화학물질이다. 강 염기를 파우더 형식으로 퍼설페이트가 첨가된 슬러지에 넣을 경우 열이 발생함과 동시에 염기에 의해 퍼설페이트가 설페이트 라디칼로 전환될 수 있으므로, 슬러지의 탈수율이 향상될 수 있다.
- [0028] 상기 염기의 종류는 이에 한정되지는 않지만, NaOH, KOH, LiOH, Ca(OH)₂, Sr(OH)₂, 및 Ba(OH)₂로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상일 수 있다.
- [0029] 본 발명의 탈수성 향상에 사용되는 퍼설페이트 화합물은, 예컨대 퍼옥시모노설페이트, 퍼옥시디설페이트, 또는 이들의 혼합물일 수 있다.
- [0030] 본 발명은 a) 슬러지에 퍼설페이트 화합물을 첨가하여 슬러지와 퍼설페이트 화합물의 혼합물을 제조하는 단계, b) 열처리로 상기 a) 단계에서 제조된 혼합물을 활성화하는 단계, 및 c) 상기 b) 단계에서 활성화된 혼합물을 여과하는 단계를 포함하고, 상기 퍼설페이트 화합물이 퍼옥시모노설페이트 또는 퍼옥시디설페이트인, 슬러지의 탈수 방법을 제공한다. 상기 여과를 이용하는 탈수 방법은 활성화 방법으로 알칼리 처리는 부적합하고, 열처리만 적합한 것을 특징으로 한다.
- [0031] 상기 a) 단계에 대한 상세한 설명은 상기 탈수성 향상 방법에 기재한 바와 동일하다.
- [0032] b) 열처리로 상기 a) 단계에서 제조된 혼합물을 활성화하는 단계
- [0033] 여과를 이용하는 탈수방법에는 활성화 방법으로 열처리가 적합하다. 열처리 온도에 관한 것은 상기 탈수성 향상 방법에 기재한 바와 동일하다. 열처리 시간은 탈수성 향상 방법과 동일하게 5분 ~ 4시간일 수 있는데, 퍼설페이트 화합물이 퍼옥시디설페이트일 경우, 바람직한 시간은 30분 ~ 4시간일 수 있으며, 더 바람직하게는 30분 ~ 3시간, 더욱 바람직하게는 30분 ~ 2시간일 수 있다. 퍼설페이트 화합물이 퍼옥시모노설페이트일 경우, 바람직한 열처리 시간은 5분 ~ 30분일 수 있고, 더 바람직하게는 5분 ~ 20분일 수 있다. 퍼옥시모노설페이트의 열처리 시간이 30분을 초과할 경우, 슬러지가 매우 미세한 입자로 분해되어 여과를 이용한 탈수 방법에는 바람직하지 않다.
- [0034] c) 상기 b) 단계에서 활성화된 혼합물을 여과하는 단계
- [0035] 상기 c) 단계는 b) 단계에서 활성화된 슬러지 혼합물을 여과함으로써 탈수하는 단계이다. 상기 여과는 구체적으로는 필터지로 여과하는 것을 의미할 수 있고, 상기 필터지의 걸리 다공도(Gurley porosity)는 1~25 초/100 mL. air/sq.in. 일 수 있고, 바람직하게는 5~15 초/100 mL. air/sq.in.일 수 있다.
- [0036] 상기 '걸리 다공도'는 '공기 유동에 대한 걸리 저항성(Gurley resistance to air flow)'으로도 지칭되기도 하는데, 본 발명에서의 '걸리 다공도'는 100mL의 공기가 1채공인치의 다공성 멤브레인을 통과하는데 걸리는 초 단위의 시간을 의미한다(한국공개특허 제2011-0112825호의 [0066] 참조).
- [0037] 상기 필터지의 걸리 다공도(Gurley porosity)가 1 초/100 mL. air/sq.in. 미만일 경우, 공극이 커서 슬러지 내 고형물이 제대로 여과되지 않을 수 있고, 25 초/100 mL. air/sq.in.를 초과할 경우, 슬러지 여과 자체가 불가능

하거나, 시간이 매우 오래 걸려 여과의 효율성이 떨어질 수 있다.

[0038] 상기 여과를 이용한 탈수방법에 사용되는 퍼설페이트 화합물은 퍼옥시디설페이트가 바람직할 수 있다.

[0039] 본 발명은 a) 슬러지에 퍼설페이트 화합물을 첨가하여 슬러지와 퍼설페이트 화합물의 혼합물을 제조하는 단계, b) 열처리 또는 알칼리 처리로 상기 a) 단계에서 제조된 혼합물을 활성화하는 단계, 및 c) 상기 b) 단계에서 활성화된 혼합물을 원심분리하는 단계를 포함하고, 상기 퍼설페이트 화합물이 퍼옥시모노설페이트 또는 퍼옥시디설페이트인, 슬러지의 탈수 방법을 제공한다. 상기 탈수 방법은 원심분리를 이용한 탈수 방법으로써, 활성화 방법으로 열처리 또는 알칼리 처리 모두 가능한데, 알칼리 처리로 인해 탈수 효과가 현저히 우수하다.

[0040] 상기 탈수방법은 원심분리로 탈수하는 방법에 관한 것이다.

[0041] 상기 a) 단계에 대한 상세한 설명은 상기 탈수성 향상 방법에 기재한 바와 동일하다.

[0042] b) 열처리 또는 알칼리 처리로 상기 a) 단계에서 제조된 혼합물을 활성화하는 단계

[0043] 탈수방법이 원심분리일 경우, 활성화 방법은 열처리 또는 알칼리 처리일 수 있고, 바람직하게는 알칼리 처리일 수 있다.

[0044] 열처리 방법은, 열처리 온도는 상기 탈수성 향상 방법에서 설명한 바와 동일하고, 열처리 시간은 30분 ~ 4시간, 바람직하게는 30분 ~ 3시간일 수 있으며, 퍼설페이트 화합물은 퍼옥시모노설페이트 또는 퍼옥시디설페이트일 수 있고, 바람직하게는 퍼옥시모노설페이트일 수 있다.

[0045] 여과를 이용하는 탈수방법에서는 퍼옥시모노설페이트의 열처리 시간이 5분 ~ 30분이 적합하지만, 원심분리를 이용하는 탈수방법에서는 30분 ~ 4시간이 바람직하다.

[0046] 알칼리 처리 방법에 대한 상세한 설명은, 상기 탈수성 향상 방법의 알칼리 처리 방법과 동일하다.

[0047] c) 상기 b) 단계에서 활성화된 혼합물을 원심분리하는 단계

[0048] 상기 c) 단계의 원심분리는 이에 한정되지는 않지만, 2000~6000rpm, 15분 ~ 2시간의 조건으로 수행될 수 있고, 바람직하게는 3000~5000rpm, 15분 ~ 1시간의 조건으로 수행될 수 있다.

[0049]

[0050] 본 발명에서 사용되는 퍼옥시모노설페이트는 퍼옥시모노설페이트 화합물이라면 특별히 한정되지 않지만, 예컨대 포타슘 퍼옥시모노설페이트, 소듐 퍼옥소모노설페이트일 수 있으며, 바람직하게는 포타슘 퍼옥시모노설페이트일 수 있다.

[0051] 또한, 본 발명에서 사용되는 퍼옥시디설페이트는 퍼옥시디설페이트 화합물이라면 특별히 한정되지 않지만, 예컨대 소듐 퍼설페이트, 포타슘 퍼설페이트, 암모늄 퍼설페이트일 수 있으며, 바람직하게는 소듐 퍼설페이트일 수 있다.

[0052] 이하, 본 발명을 하기 제조예 및 실시예에 의거하여 더욱 상세히 설명하지만, 이는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0053] 실시예

[0054] 실시예 1

[0055] 슬러지 농도가 15g VSS/L인 고농축 잉여 슬러지(SBR-A20 공법을 차용하고 있는 울산 굴화하수처리장의 2차 침전

조에서 샘플링)에 고농도(300mM)의 소듐 퍼옥시디설페이트 용액(시그마알드리치, 미국)을 상기 슬러지의 휘발성 부유물질(Volatile Suspended Solid, VSS)에 대하여 2.0 mmol/g 농도로 첨가하여, 혼합물을 제조하였다. 교반기(Ceramic stirring hot plate, Thermo Scientific Cimatec)를 이용하여 혼합물의 온도를 80℃로 유지시키면서, 1시간 동안 반응시켰다.

실시예 2

소듐 퍼옥시디설페이트를 대신하여 포타슘 퍼옥시모노설페이트(Oxone®, 시그마알드리치)를 사용하고, 실시예 1과 마찬가지로 방법으로 슬러지와 반응시켰다.

실시예 3

상기 실시예 1에서, 가열처리 대신 알칼리 처리를 하여 실시예 3을 제조하였다. 상기 알칼리 처리는 KOH를 혼합물의 VSS에 대해 130 mmol/g 농도로 처리(KOH 농도가 1.95N)하여 1시간 동안 반응시켰다.

실험예

상기 실시예의 탈수성을 아래와 같은 다양한 탈수 방법으로 평가하였다.

실험예 1. CST를 이용한 탈수성 개선율 평가

CST(capillary suction time)은 모세 흡입 시간이라고 하는데, 슬러지의 여액이 모세관을 통해 여과지 1cm를 통과하는데 걸리는 시간으로써, CST 측정값이 낮을수록 슬러지의 탈수성이 좋은 것이다. CST (Type 304B, Triton Ltd. UK) 측정 장치는 스테인리스 스틸 재질의 내경 1.0 cm, 높이 5.0 cm인 튜브와 표준 CST 측정 필터 페이퍼(걸리 다공도(Gurley porosity) : 9 seconds/100 mL air/sq.in.)로 구성된 것을 사용했고, 약 5ml의 샘플을 튜브에 넣고 필터페이퍼를 통해 물의 확산 시간을 측정하였다.

하기 수식식 1을 이용하여, 각 실시예의 탈수성 개선율을 계산하였고, 그 결과는 하기 표 1에 기재하였다.

< 수식식 1 >

탈수성 개선율(%)= $100 \times (CST_0 - CST_1) / CST_0$

* CST_0 : 아무런 처리를 하지 않은 슬러지의 CST

* CST_1 : 각 실시예의 CST

표 1

각 실시예의 탈수성 개선율

실시예 1	실시예 2	실시예 3
87.2%	10분 반응 후, 36.4% 향상 1시간 반응 후, 32% 감소	0%

실시예 1은 탈수성이 현저히 개선되었지만, 실시예 3은 탈수성이 증가하지 않았다. 또한, 실시예 2는 반응시간에 따라 탈수성 개선율이 크게 차이가 났다.

실험예 2. 원심탈수 후, 슬러지의 함수율 및 무게 감량율 측정

원심탈수는 원심분리기(Sorvall RC-26 PLUS Superspeed Floor Standing Centrifuge)를 이용하여 4000rpm, 30분의 조건으로 실시하였다. 원심분리 이후, 상등액을 버리고 고형물의 무게(W_0)를 잰 후, 105℃에서 6시간 건조하

여 수분을 제거하여 다시 무게(W_1)를 측정하였고, 상기 측정된 무게와 하기 수학적식 2 및 3을 이용하여 각 실시예의 함수율 및 무게 감량율을 측정하였다. 아무런 처리를 하지 않은 슬러지의 함수율은 93%였다.

< 수학적식 2 >

$$\text{함수율}(\%) = 100 \times (M_0 - M_1) / M_0$$

* M_0 : 원심탈수 전 슬러지의 무게

* M_1 : 원심탈수 후 슬러지의 무게

< 수학적식 3 >

$$\text{무게 감량율}(\%) = 100 \times (W_0 - W_1) / W_0$$

* W_0 : 비처리 슬러지의 원심분리 후 상등액을 제거한 고형물의 무게

* W_1 : 열활성 퍼셀페이트 처리된 슬러지의 원심분리 후 상등액을 제거한 고형물의 무게

상기 함수율 및 무게 감량율 측정 결과를 하기 표 2에 기재하였다.

표 2

	슬러지의 함수율	슬러지 무게 감량율
비처리 슬러지	93%	-
실시예 1	79.3%	59.9%
실시예 2	78.8%	68.3%
실시예 3	76.5%	76.2%

여과포 탈수 방법을 사용한 실험예 1에서는, 실시예 1의 결과가 현저히 높았으나, 원심탈수 방법을 사용한 실험예 2에서는 실시예 3의 결과가 현저히 높은 것을 알 수 있다. 탈수 방법에 따라 그에 적합한 탈수성 향상 방법의 차이가 나는 것은, 필터지를 이용한 여과 탈수 방법은 탈수된 슬러지의 입도 혹은 입자의 전하 등의 영향을 받기 때문이며, 원심분리 탈수 방법은 슬러지 분해도에 절대적으로 비례하기 때문으로 판단된다. 즉, 실시예 2 및 3이 원심탈수를 통해 무게 감량률이 현저히 높은 것은, 슬러지가 매우 작은 입경을 지닌 입자(fine particle)로 분해되었기 때문인데, 이러한 매우 작은 입자는 여과 탈수 방법에서는 오히려 탈수를 저해할 수 있다. 따라서, 슬러지 탈수 공법에 따라 적합한 탈수성 향상 방법이 다르다는 것을 알 수 있다.

실험예 3. 처리된 슬러지 내 유해미생물의 생존여부

열활성 혹은 혐기활성 퍼셀페이트를 이용하여 처리된 슬러지를 박토 아가(Bacto agar)와 영양 배지(nutrient broth)로 재조한 플레이트 타입의 배지에 1 mL 분취하여 고르게 스프레딩(spreading)한 후, 35℃ 조건의 배양기에서 하루 이상 배양 후 생성된 미생물 콜로니를 확인하는 방식으로 생존여부를 확인하였다.

실시예 1~3에서 유해 미생물이 발견되지 않았다.

이상, 본 발명을 상기 실시예를 중심으로 하여 설명하였으나 이는 예시에 지나지 아니하며, 본 발명은 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 다양한 변형 및 균등한 기타의 실시예를 이하에 첨부한 청구범위 내에서 수행할 수 있다는 사실을 이해하여야 한다.