



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2018년03월26일  
(11) 등록번호 10-1842094  
(24) 등록일자 2018년03월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C02F 1/52 (2006.01) C02F 1/66 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
C02F 1/5245 (2013.01)  
C02F 1/66 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2017-0177764  
(22) 출원일자 2017년12월22일  
심사청구일자 2017년12월22일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR101374191 B1\*  
KR1019990045920 A\*  
KR101389453 B1\*  
US20160244345 A1\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
삼구화학공업 주식회사  
경기도 안산시 단원구 신원로133번길 23 (성곡동)  
(72) 발명자  
박민자  
인천 연수구 원인재로 300, 106동 1207호 (연수동, 대림아파트)  
김지은  
경기도 시흥시 중심상가로 350, 107동 903호(정왕동, 무진아파트)  
김연희  
경기도 시흥시 중심상가로 349, 904동 501호(정왕동, 유천아파트)  
(74) 대리인  
특허법인미주

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 박재우

(54) 발명의 명칭 **알루미늄규산나트륨을 포함하는 수처리용 응집제 및 pH 조절제**

**(57) 요약**

본 발명은 수처리용 응집제 조성물에 관한 것으로, 구체적으로 알루미늄규산염(Aluminosilicates) 중 특히 알루미늄규산나트륨을 유효성분으로 포함하는 수처리용 응집제 조성물, pH 조절제 및 이를 이용한 수처리 방법에 관한 것이다. 상기 응집제 조성물은 단독 또는 응집보조제로써 다른 응집제와 병용 사용가능하며, 조류 또는 유기물이 다수 포함된 원수에서 플록(floc)형성 및 침강 효과가 우수해 정수 또는 하폐수 등의 원수를 효과적으로 정화할 수 있고, 탁도, SS, T-P, COD 개선용으로 매우 유용하다.

**대표도 - 도1**

응집제	알루미늄규산나트륨	알루미늄규산나트륨 폴리수산화염화황산 알루미늄	알루미늄산나트륨 폴리수산화염화황산 알루미늄	수산화나트륨 폴리수산화염화황산 알루미늄
floc 침강상태				
비고	1) 응집제 농도 - 알루미늄규산나트륨 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 5% Na <sub>2</sub> O 15% SiO <sub>2</sub> 10% - 알루미늄산나트륨 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25.0% Na <sub>2</sub> O 19.3% - 20% 수산화나트륨 - 폴리수산화염화황산알루미늄 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 12.5%			

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

알루미늄규산나트륨(Sodium aluminum silicate)을 유효성분으로 포함하고,

상기 알루미늄규산나트륨은,

SS(Suspended soild) 1 내지 500 mg/L인 수(水)에 적용시, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.5 내지 25 wt%, Na<sub>2</sub>O 15 내지 25 wt%, SiO<sub>2</sub> 0.01 내지 2 wt%, 물 48 내지 75 wt%;

SS(Suspended soild) 500 초과 1만 mg/L 이하인 수(水)에 적용시, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1 내지 30 wt%, Na<sub>2</sub>O 15 내지 25 wt%, SiO<sub>2</sub> 0.1 내지 5 wt%, 물 50 내지 70 wt%;

SS(Suspended soild) 1만 mg/L 초과인 수(水)에 적용시, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1 내지 25 wt%, Na<sub>2</sub>O 15 내지 35 wt%, SiO<sub>2</sub> 0.5 내지 10 wt%, 물 50 내지 60 wt%;

호소수에 적용시 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1 내지 10 wt%, Na<sub>2</sub>O 5 내지 20 wt%, SiO<sub>2</sub> 1 내지 10 wt%, 물 70 내지 85 wt%;

조류제거시 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1 내지 20 wt%, Na<sub>2</sub>O 10 내지 30 wt%, SiO<sub>2</sub> 1 내지 20 wt%, 물 35 내지 70 wt%;

녹조제거시 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1 내지 10 wt%, Na<sub>2</sub>O 10 내지 20 wt%, SiO<sub>2</sub> 1 내지 20 wt%, 물 50 내지 70 wt%인,

수처리용 응집제 조성물.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 조성물은 무기응집제 또는 유기응집제를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는, 수처리용 응집제 조성물.

**청구항 3**

제2항에 있어서,

상기 무기응집제는 알루미늄염계, 철염계, 칼슘계, 마그네슘계, 희토류 금속계 및 희토류금속의 알루미늄염 화합물로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상의 무기응집제인 것을 특징으로 하는, 수처리용 응집제 조성물.

**청구항 4**

제2항에 있어서,

상기 무기응집제는 황산알루미늄, 폴리황산알루미늄, 폴리황산규산알루미늄, 염화알루미늄, 폴리염화알루미늄, 폴리수산화염화황산알루미늄, 폴리수산화염화규산알루미늄, 산화알루미늄, 황산제2철, 폴리황산제2철, 염화제2철, 폴리염화제2철, 황산제1철 및 염화제1철로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상의 무기응집제인 것을 특징으로 하는, 수처리용 응집제 조성물.

**청구항 5**

제2항에 있어서,

상기 유기응집제는 폴리아크릴아마이드계, 폴리아민계, 폴리아크릴에스테르계 및 폴리에틸렌이민계 유기응집제로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는 수처리용 응집제 조성물.

**청구항 6**

제1항에 있어서,

상기 조성물은 탁도, SS, T-P, 또는 COD 개선용인 것을 특징으로 하는 수처리용 응집제 조성물.

**청구항 7**

제1항에 있어서,

상기 조성물은 조류(algae)와 결합해 플록(floc)을 형성함을 특징으로 하는 수처리용 응집제 조성물.

**청구항 8**

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 따른 응집제 조성물을 포함하는, pH 조절제.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 수처리용 응집제 조성물 및 pH 조절제에 관한 것으로, 구체적으로 알루미늄규산염(aluminosilicates) 중 특히 알루미늄규산나트륨을 유효성분으로 포함하는 수처리용 응집제 조성물, pH 조절제 및 이를 이용한 수처리 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0003] 일반적으로 산업폐수를 처리하는 데에는 무기응집제와 유기응집제가 사용되고 있다. 무기응집제로는 황산알루미늄, 황산제일철, 염화제이철, 폴리염화알루미늄 등이 사용되고 있으며, 유기응집제로는 전분, 아교 등과 같은 천연고분자와 폴리에틸렌이민, 폴리아크릴아미드, 폴리아크릴산나트륨 등과 같은 합성 유기고분자 응집제가 사용되고 있다. 또한, pH를 조절하는데 필요한 pH중화제를 사용하고 있으며, 때에 따라서 무기응집제, 유기응집제, pH중화제를 모두 병용하여 사용하기도 한다.

[0004] 산업폐수를 정화 처리하는 데 있어, 폐수의 특성에 따라 적절한 무기응집제 또는 유기응집제를 사용하고는 있으나, 응집제 별로 고유의 처리 조건을 가지고 있으므로 다양한 범위의 폐수를 모두 처리하거나 중금속류의 제거 및 고농도의 부유물질 제거 등에 적용하는데 문제점을 가지고 있다. 또한, 상기의 무기응집제, 유기응집제 및 pH중화제를 모두 사용하는 경우에는 저장 설비나 운송수단, 처리기간이 길어지는 문제점을 가지고 있다.

[0005] 종래 산업폐수를 정화 처리시에는 주로 무기응집제인 염화제이철, 황산제일철 및 황산제이철과 같은 철염을 사용하는 것이 대부분이었다. 한국등록특허 제347,652호에는 염화제이철과 염화제일철을 혼합하여 복합무기응집제를 제조한 후 Ca(OH)<sub>2</sub>를 첨가하여 제조된 산업폐수 처리용 복합무기응집제 조성물이 공지되어 있고, 한국공개특허 제2003-0082777호에는 마그네슘과 칼슘이온을 함유한 간수와 염화제일철, 황산제일철 등과 같은 철염을 혼합시켜 제조되는 알칼리성 산업폐수 처리용 무기응집제 조성물이 공지되어있으며, 한국공개특허 제2001-0084089호에서는 염화제일철, 염화제이철, 황산제일철, 황산제이철로부터 선택되는 철염, 벤토나이트 또는 제올라이트, 탄산나트륨 또는 황산나트륨, 칼리명반, 황산알루미늄, 시멘트, 석고를 사용하는 무기응집제 조성물이 공지되어 있다. 하지만, 산업폐수 수처리시 상기 철염 무기응집제를 사용할 경우, 응집된 플록(floc)이 무거워 침강속도가 빠르고, 응집 pH범위가 넓어진다는 장점이 있지만, 2가의 철 양이온이 3가의 철 양이온으로 산화되어 응집을 방해하거나, 매우 강한 부식성을 가진 3가의 철 양이온에 의하여 설비기자재가 장기간에 걸쳐 부식될 수 있으며, 산업폐수 처리 후에 철 이온이 잔류하고, 색도가 남는 등의 문제점이 발생한다.

[0006] 한편, 상수, 하수, 오수, 폐수 등의 수처리시 일반적으로 알루미늄응집제, 철염응집제 등의 무기응집제와 가성소다, 소석회 등의 응집보조제를 함께 혼합하여 사용한다. 하지만, 상기 무기응집제와 응집보조제의 혼합사용만으로는 플록(floc)형성이 잘되지 않는다는 문제점이 있다. 따라서, 이를 개선하기 위해 기존 가성소다, 소석회 등의 응집보조제를 대체하여 알루미늄산나트륨(Sodium aluminate,  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$ )을 사용해 수처리 하는 방법이 특허 등록된바 있다(한국등록특허 제49,069호). 하지만, 상기 알루미늄산나트륨으로 수처리시, 기존에 일반적으로 사용해온 가성소다, 소석회 등의 응집보조제를 사용하는 경우보다 응집력이 개선되기는 하나, 봄, 가을철 조류(algae)가 다량 유입되거나, 유기물이 함유량이 높아 TOC(Total Organic Carbon), COD(Chemical Oxygen Demand), BOD(Biochemical Oxygen Demand), T-P(Total-P), T-N(Total-N) 수치가 높은 원수를 수처리할 때에 있어서는 많은 어려움이 존재한다. 특히 봄, 가을철 조류 유입시 알루미늄산나트륨으로 처리하더라도 조류에 의해 응집, 침전 효율이 저하되며, 미제거된 조류가 여과지로 넘어오면서 여과손실수두가 증가함에 따라 여과지속시간이 짧아져 수처리 효율이 급격히 감소한다. 또한, 추가적인 염소 소독 수행시, 소독력이 저하되고 이에 따라, 염소 투입량이 증가해 소독부산물이 증가한다는 문제점이 존재한다.

[0007] 최근 급속한 산업 발달과 인구증가로 인하여 하수, 폐수에 고농도의 유기물이 많이 유입이 되고 있으며, 수처리시 유기물 제거가 미흡할 경우 하천, 호소 및 댐 등에 부영양화 등이 심각하게 오염됨은 물론 생태계 파괴로 자연환경에 악영향을 끼치게 된다. 또한, 기존 응집보조제로 사용하던 가성소다의 경우 유해화학물질로써 인체에 유해한 독성을 포함하고 있다.

[0008] 따라서, 정수, 하수, 폐수 등의 수처리뿐만 아니라, 조류, 유기물 등이 다수 포함되어 있는 원수에서도 효과적으로 플록(floc)을 생성 및 침강시켜 효율적으로 수질정화를 시킬 수 있고 인체 독성이 없는 새로운 무기응집제가 필요한 실정이다.

[0009] 상기 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명자들은 알루미늄규산염, 특히 알루미늄규산나트륨(sodium aluminum silicate)의 조류와의 우수한 응집효과, 유기물 제거 효과 등을 실험을 통해 확인함으로써 상기 화합물의 수처리용 응집제 또는 응집보조제로서의 새로운 용도를 밝혔다. 기존에 알루미늄규산나트륨을 이용한 한국등록특허 567,376호에서는 알루미늄규산나트륨의 콘크리트용 급결제로써의 용도만 제시하고 있을 뿐, 상기 화합물을 정수 또는 하폐수처리용 수처리용 응집제로써 사용가능성 및 원수종류마다 우수한 응집효과를 나타낼 수 있는 알루미늄규산나트륨의 최적 조성비 및 농도가 구체적으로 알려진 바는 없다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0011] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제347,652호
- (특허문헌 0002) 한국공개특허 제2003-0082777호
- (특허문헌 0003) 한국공개특허 제2001-0084089호
- (특허문헌 0004) 한국등록특허 제49,069호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0012] 따라서, 기존 응집제 또는 응집보조제의 문제점을 해결하기 위해서, 본 발명은 알루미늄규산나트륨(sodium aluminum silicate)을 유효성분으로 포함하는 수처리용 응집제 조성물, 응집보조제, pH 조절제 및 정수 또는 하폐수 수처리 방법을 제공한다.

**과제의 해결 수단**

[0014] 알루미늄규산나트륨(sodium aluminum silicate)을 포함하는 수처리용 응집제 조성물을 단독 또는 응집보조제로써 다른 응집제와 병용 사용시, 조류 또는 유기물이 다수 포함된 원수에서 플록(floc)형성 및 침강을 일으켜 효과적으로 조류 또는 유기물을 제거할 수 있으며, 정수 또는 하폐수 수질정화 효과가 우수하다.

[0015] 또한, 원수에 기존 응집보조제나 응집제 처리량과 동일 또는 더 적은 양을 투입하여도 수처리 효과가 우수하며,

슬러지 발생량을 최소화할 수 있다.

[0016] 본 발명에서는 상기 과제 해결을 위하여 알루미늄규산나트륨(Sodium aluminum silicate)을 유효성분으로 포함하고, 상기 알루미늄규산나트륨은, SS(Suspended soild) 1 내지 500 mg/L인 수(水)에 적용시, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.5 내지 25 wt%, Na<sub>2</sub>O 15 내지 25 wt%, SiO<sub>2</sub> 0.01 내지 2 wt%, 물 48 내지 75 wt%; SS(Suspended soild) 500 초과 1만 mg/L 이하인 수(水)에 적용시, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1 내지 30 wt%, Na<sub>2</sub>O 15 내지 25 wt%, SiO<sub>2</sub> 0.1 내지 5 wt%, 물 50 내지 70 wt%; SS(Suspended soild) 1만 mg/L 초과인 수(水)에 적용시, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1 내지 25 wt%, Na<sub>2</sub>O 15 내지 35 wt%, SiO<sub>2</sub> 0.5 내지 10 wt%, 물 50 내지 60 wt%;인, 수처리용 응집제 조성물을 제공한다.

**발명의 효과**

[0018] 알루미늄규산나트륨(sodium aluminum silicate)을 포함하는 수처리용 응집제 조성물을 단독 또는 응집보조제로써 다른 응집제와 병용 사용시, 조류 또는 유기물이 다수 포함된 원수에서 플록(floc)형성 및 침강을 일으켜 효과적으로 조류 또는 유기물을 제거할 수 있으며, 정수 또는 하폐수 수질정화 효과가 우수하다.

[0019] 또한, 원수에 기존 응집보조제나 응집제 처리량과 동일 또는 더 적은 양을 투입하여도 수처리 효과가 우수하며, 슬러지 발생량을 최소화할 수 있고, 탁도, SS, T-P, COD 개선효과가 우수하다.

[0020] 또한 본 발명에 따른 응집제 조성물은 pH 조절제(pH adjustment agent)로도 유용하게 사용될 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0022] 도 1은 알루미늄규산나트륨을 이용한 녹조제거 실험 결과를 나타낸 도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0023] 이하, 본 발명을 보다 상세히 설명한다.

[0025] 본 발명은, 알루미늄규산나트륨(sodium aluminum silicate)을 유효성분으로 포함하는 수처리용 응집제 조성물을 제공한다.

[0026] 본 발명의 일 양태에서, 상기 알루미늄규산나트륨 성분조성의 구체적 증량부는 하기 실험예를 통해 밝힌 바와 같이 원수타입에 따라 최적의 수질정화 효과를 발휘하는 최적 조성비로써 보다 구체적으로, 알루미늄규산나트륨(Sodium aluminum silicate)을 유효성분으로 포함하되, 상기 알루미늄규산나트륨은, SS(Suspended soild) 1 내지 500 mg/L인 수(水)에 적용시, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.5 내지 25 wt%, Na<sub>2</sub>O 15 내지 25 wt%, SiO<sub>2</sub> 0.01 내지 2 wt%, 물 48 내지 75 wt%; SS(Suspended soild) 500 초과 1만 mg/L 이하인 수(水)에 적용시, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1 내지 30 wt%, Na<sub>2</sub>O 15 내지 25 wt%, SiO<sub>2</sub> 0.1 내지 5 wt%, 물 50 내지 70 wt%; SS(Suspended soild) 1만 mg/L 초과인 수(水)에 적용시, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1 내지 25 wt%, Na<sub>2</sub>O 15 내지 35 wt%, SiO<sub>2</sub> 0.5 내지 10 wt%, 물 50 내지 60 wt%인, 수처리용 응집제 조성물이 제공된다.

[0027] 본 발명의 또 다른 일 양태에서, 알루미늄규산나트륨(Sodium aluminum silicate)을 유효성분으로 포함하되, 상기 알루미늄규산나트륨은, 호소수에 적용시 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1 내지 10 wt%, Na<sub>2</sub>O 5 내지 20 wt%, SiO<sub>2</sub> 1 내지 10 wt%, 물 70 내지 85 wt%; 조류제거시 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1 내지 20 wt%, Na<sub>2</sub>O 10 내지 30 wt%, SiO<sub>2</sub> 1 내지 20 wt%, 물 35 내지 70 wt%; 녹조제거시 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1 내지 10 wt%, Na<sub>2</sub>O 10 내지 20 wt%, SiO<sub>2</sub> 1 내지 20 wt%, 물 50 내지 70 wt%인, 수처리용 응집제 조성물이 제공된다.

[0028] 본 발명의 또 다른 일 양태에서, 알루미늄규산나트륨(Sodium aluminum silicate)을 유효성분으로 포함하되, 상기 알루미늄규산나트륨은, SS(Suspended soild) 1 내지 500 mg/L인 수(水)에 적용시, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1 내지 20 wt%, Na<sub>2</sub>O 15 내지 22.5 wt%, SiO<sub>2</sub> 0.05 내지 1.5 wt%, 물 60 내지 75 wt%; SS(Suspended soild) 500 초과 1만 mg/L 이하인 수(水)에 적용시, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3 내지 25 wt%, Na<sub>2</sub>O 19 내지 25 wt%, SiO<sub>2</sub> 0.5 내지 3 wt%, 물 55 내지 70 wt%; SS(Suspended soild) 1만 mg/L 초과인 수(水)에 적용시, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5 내지 25 wt%, Na<sub>2</sub>O 20 내지 35 wt%, SiO<sub>2</sub> 1.5 내지 5 wt%, 물 50 내지 60 wt%인, 수처리용 응집제 조성물; 호소수에 적용시 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5 wt%, Na<sub>2</sub>O 10 내지

15wt%, SiO<sub>2</sub> 1 내지 2 wt%, 물 78 내지 84 wt%; 조류제거시 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10 wt%, Na<sub>2</sub>O 20 wt%, SiO<sub>2</sub> 4 wt%, 물 66 wt%; 녹조제거시 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5 wt%, Na<sub>2</sub>O 15 wt%, SiO<sub>2</sub> 10 wt%, 물 70 wt%인, 수처리용 응집제 조성물이 제공된다.

- [0030] 여기서, 호소(湖沼)는 댐, 보 또는 제방 등을 쌓아 하천 또는 계곡에 흐르는 물을 가두어 놓은 곳, 하천에 흐르는 물이 자연적으로 가두어진 곳, 화산활동등으로 인하여 함몰된 지역에 물이 가두어진 곳을 말한다.
- [0031] 상기 범위 밖의 조성비로 구성된 알루미늄규산나트륨을 각각 원수에 처리시 조류제거, 유기물 제거 등과 같은 수질정화 효율이 감소한다. 또한 원수에 알루미늄규산나트륨을 단독 투입할 경우, 추가적으로 다른 응집제를 투입하지 않아도 수처리 효과가 우수해 과량의 응집제에 의해 발생하는 슬러지의 발생량을 줄일 수 있으며 경제적이다.
- [0032] 한편, 상기 알루미늄규산나트륨은 Na<sub>n</sub>Al<sub>y</sub>(SiO<sub>4</sub>)<sub>k</sub> 일반식으로 표현되는 화합물로서, 예를 들어 수산화알루미늄(Al(OH)<sub>3</sub>), 수산화나트륨(NaOH), 규산나트륨(Na<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Si) 및 물(H<sub>2</sub>O)을 혼합해 제조될 수 있다. 본 발명의 일 양태에서, 알루미늄규산나트륨은, 산화알루미늄(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)의 농도가 50 내지 60 wt%인 수산화알루미늄(Al(OH)<sub>3</sub>), 산화나트륨(Na<sub>2</sub>O)의 농도가 10 내지 40 wt%인 수산화나트륨(NaOH), 이산화규소(SiO<sub>2</sub>)의 농도가 10 내지 30 wt%인 규산염 및 물을 혼합하여 제조될 수 있다.
- [0033] 여기에서 규산염은 일반식 xM<sup>1</sup><sub>2</sub>OySiO<sub>2</sub>(M은 1가 금속)으로 나타낼 수 있으며, 예를 들어 규산나트륨(Na<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Si), 규산칼륨(K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>), 제올라이트 ([W<sub>y</sub>(Si,Al) (O<sub>2x</sub>nH<sub>2</sub>O)], 여기에서 W는 Na, Ca, K, Mg, Ba, 또는 Li이다) 등이 사용될 수 있으나, 이로 한정되는 것은 아니고, 알루미늄염, 철염, 칼슘염, 마그네슘염, 알칼리염 등이 사용될 수 있다.
- [0034] 알루미늄규산나트륨의 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 조성비가 상기 하한값보다 낮을 경우 응집력이 감소하여 탁도 개선효과가 현저히 떨어지고, 상기 상한값보다 높을 경우 유기물이 많이 포함된 원수에서의 수처리 효율이 감소할 수 있다.
- [0035] 한편, SiO<sub>2</sub>의 조성비가 상기 하한값보다 적을 경우, 유기물이 많이 포함된 원수에서 수처리 효율이 감소하고 상기 상한값보다 많을 경우, 상대적으로 다른 성분들의 중량이 감소하여 응집력이 감소한다.
- [0036] Na<sub>2</sub>O의 경우, pH 및 제품 제조시 안정성에 영향을 미치기 때문에 상기 한정된 범위가 가장 적절한 pH 및 제품 안정성을 유지할 수 있는 범위이다.
- [0038] 한편, 상기 수처리용 응집제 조성물은 무기응집제 또는 유기응집제를 추가적으로 포함할 수 있다. 수처리 시 알루미늄규산염을 포함하는 응집제 조성물을 단독 사용가능하며, 무기응집제 또는 유기응집제 병행사용, 둘 이상이 혼합된 응집제 또는 2종 이상의 응집제와 혼합 투입할 수 있다.
- [0039] 상기 무기응집제는 그 종류를 특별히 한정하지 않으나, 알루미늄염계, 철염계, 칼슘계, 마그네슘계, 회토류 금속계 및 회토류금속의 알루미늄염 화합물로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 하나 이상의 무기응집제일 수 있다.
- [0040] 보다 구체적으로, 상기 알루미늄염계 응집제로는 폴리수산화염화황산알루미늄, 폴리수산화염화황산알루미늄실리케이트, 폴리염화알루미늄, 폴리염화알루미늄실리케이트, 폴리황산규산알루미늄, 황산알루미늄 및 염화알루미늄 등을 사용가능하며, 상기 철염계 응집제로는 황산철, 폴리황산철, 염화철, 폴리염화철, 알루미늄철, 및 폴리염화황산알루미늄철 등을 사용가능하고, 상기 칼슘계 응집제로는 칼슘 또는 폴리염화알루미늄칼슘실리케이트, 폴리염화알루미늄칼슘 등을 사용가능하고, 상기 마그네슘계 응집제로는 마그네슘, 황산마그네슘, 폴리염화알루미늄마그네슘 등을 사용가능하다.
- [0041] 보다 바람직하게는, 황산알루미늄, 폴리황산알루미늄, 폴리황산규산알루미늄, 염화알루미늄, 폴리염화알루미늄, 폴리수산화염화황산알루미늄, 폴리수산화염화규산알루미늄, 산화알루미늄, 황산제2철, 폴리황산제2철, 염화제2철, 폴리염화제2철, 황산제1철 및 염화제1철로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상의 무기응집제를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0042] 상기 유기응집제는 그 종류를 특별히 한정하지 않으나, 유기고분자로서 폴리아크릴아마이드계, 폴리아민계, 폴리아크릴에스테르계 및 폴리에틸렌이민계 유기응집제로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상일 수 있다.

- [0043] 한편, 상기 알루미늄규산나트륨(sodium aluminum silicate)을 유효성분으로 포함하는 응집제 조성물을 원수에 처리시 원수의 탁도를 개선시키며, 구체적으로 하기 [실험예 1], [실험예 2], [실험예 3], [실험예 9] 및 [실험예 10]에 나타낸 바와 같이, 다른 무기응집제를 사용하는 경우보다 원수의 탁도개선 효율이 우수해짐을 확인할 수 있었다.
- [0045] 또한, 알루미늄규산나트륨(sodium aluminum silicate)을 유효성분으로 포함하는 응집제 조성물은 조류(algae)와 결합해 플록(floc)을 형성해 침강시키며, 그 효과는 일반적으로 사용되는 알루미늄산나트륨, 폴리수산화염화황산 알루미늄 등의 응집제보다 현저히 우수하다(실험예 10 참고). 상기 조류는 그 종류를 특별히 한정하지는 않으나, 남조류, 녹조류, 황조류, 편모조류 등일 수 있으며, 보다 구체적으로, 아나베나(*Anabena*), 마이크로시스티스(*Microcystis*)일 수 있다.
- [0047] 이하 실시예 및 실험예에서는 저탁도, 중탁도, 고탁도 상수, 하수, 폐수, 자동차폐수, 제지폐수, 호소수 및 조류를 포함하는 원수에 알루미늄규산나트륨 단독 또는 응집제와 병용 투입 처리하였을 시 수질 정화 효과를 SS, COD, BOD, 탁도, 탁도 제거효율 등의 방법을 사용해 다각도로 측정, 확인하였으며, 원수 종류마다 가장 뛰어난 응집 효능을 발휘하는 알루미늄규산나트륨의 조성비를 나타내었다.
- [0048] 따라서, 본 발명의 알루미늄규산나트륨(sodium aluminum silicate)을 포함하는 응집제 조성물은 단독 또는 다른 응집제와 병용 사용함으로써, 조류 또는 유기물이 다수 포함된 원수에서 플록(floc)형성 및 침강을 일으키고, 정수 또는 하폐수에 처리시 우수한 수질정화효과를 발휘할 수 있다.
- [0049] 본 발명에 따른 응집제 조성물은 탁도, SS, T-P 또는 COD 개선 효과를 나타낸다.
- [0051] 또한, 본 발명은 알루미늄규산나트륨(sodium aluminum silicate)을 유효성분으로 포함하는 수처리용 응집보조제를 제공한다.
- [0052] 알루미늄규산나트륨(sodium aluminum silicate)은 단독으로 사용할 수도 있지만, 다른 무기응집제 또는 유기응집제와 병용해 응집보조제로써도 사용할 수 있다. 일반적으로 사용되는 소석회, 소다 등의 응집보조제, 특히, 가성소다의 경우 유해화학물질로서 인체에 매우 유해한 성분을 가지고 있다. 가성소다를 대체해 알루미늄규산나트륨(sodium aluminum silicate)을 응집보조제로 사용할 경우, 가성소다가 가지고 있는 인체에 유해한 독성을 완화시킴으로써 보다 안전하게 수처리를 할 수 있다. 또한 알루미늄규산나트륨(sodium aluminum silicate)을 응집제와 병행 투입시, 응집제의 사용량을 최소화하면서 동일한 응집효과를 발휘할 수 있어 경제적이다.
- [0053] 본 발명은 또한, 알루미늄규산나트륨(sodium aluminum silicate)을 유효성분으로 포함하는 pH 조절제(pH adjustment agent)를 제공한다.
- [0055] 이하 실시예 및 실험예에서 알루미늄규산나트륨을 응집보조제로써 다른 응집제와 병용사용시 수질정화효과를 측정하였다.
- [0056] 그 결과, 알루미늄규산나트륨(sodium aluminum silicate)을 유효성분으로 포함하는 수처리용 응집보조제는 조류 또는 유기물이 다수 포함된 원수, 정수 또는 하폐수 수처리시 유용하게 사용할 수 있다.
- [0058] 또한, 본 발명은 원수를 알루미늄규산나트륨(sodium aluminum silicate)으로 처리하는 단계를 포함하는 정수 또는 하폐수 수처리 방법을 제공한다.
- [0059] 본 발명에 따른 알루미늄규산나트륨(sodium aluminum silicate)을 이용한 수처리 방법에서 알루미늄규산나트륨(sodium aluminum silicate)은 상수도, 하수도, 폐수, 호소수, 공정수, 2차 처리수, 3차 처리수 및 총인처리 시설 등에서 응집보조제(가성소다, 소석회 등)나 알루미늄산나트륨을 대체하여 투입하거나, 응집제와 함께 또는 응집제 투입 전, 후에 투입할 수 있으며 단독 사용도 가능하고 다른 응집제와 병행 혼합 투입될 수 있다.
- [0061] 따라서, 정수 또는 하폐수에 알루미늄규산나트륨(sodium aluminum silicate)을 투입할 시, 정수 또는 하폐수의 유기물, 조류 등을 효과적으로 제거하고 효과적으로 수질을 정화할 수 있다.
- [0063] 이하 실시예 및 실험예를 통해 본 발명을 보다 상세히 설명한다. 다만 이는 본 발명의 권리범위를 이로 한정하는 것을 의도하지 않는다.
- [0065] [실시예 1] 내지 [실시예 11-6]
- [0066] 원수 타입을 분류하고, 원수 타입에 따라 실제로 정수를 위해 투입한 본 발명의 알루미늄규산나트륨의 조성비, 추가적으로 무기응집제의 투입여부, 투입하는 무기응집제의 종류 및 투입량을 하기 표 1 내지 표 4에 나타내었

다. 하기 표에서 알루미늄규산나트륨 조성물은  $Al_2O_3$ ,  $Na_2O$ ,  $SiO_2$  및 물로 구성되며, 표에 나타낸  $Al_2O_3$ ,  $Na_2O$ ,  $SiO_2$  의 조성 외의 부분은 물로 구성되어있다.

[0067] 하기 실시예에서, 저탁도 상수는 2.18 NTU 상수이며, 중탁도 상수는 53 NTU 상수이고, 고탁도 상수는 271 NTU 상수이다. 또한, 실시예 4-1에서 사용한 하수는 A지역에서 채취한 SS(Suspended soil) 11 mg/L, T-P(Total-P) 3.15 mg/L, COD(Chemical Oxygen Demand) 32.6 mg/L 인 하수이며, 실시예 4-2 및 실시예 4-3에서 사용한 하수는 B지역에서 채취한 SS 9 mg/L, T-P 3.59 mg/L, BOD(Biochemical Oxygen Demand) 27.17 mg/L인 하수이다. 산성폐수는 C지역에서 채취한 SS 723 mg/L, COD 95 mg/L 인 폐수이고, 자동차폐수는 D지역에서 채취한 SS 19,320 mg/L, T-P 22 mg/L, T-N(Total-N) 795 mg/L인 폐수이며, 제지폐수는 E지역에서 채취한 SS 701 mg/L, COD 1,175mg/L, 경도 2,860 mg/L인 폐수이다. 호소수는 F지역에서 채취한 78 NTU 원수이다.

표 1

구분		실시예 1	실시예 2-1	실시예 2-2	실시예 3-1	실시예 3-2	실시예 4-1	실시예 4-2	실시예 4-3
원수타입		저탁도 상수	중탁도 상수	중탁도 상수	고탁도 상수	고탁도 상수	하수	하수	하수
알루미늄규산나트륨 조성 (wt%)	$Al_2O_3$	5	5	5	10	10	15	20	20
	$Na_2O$	15	15	15	20	20	20	20	20
	$SiO_2$	0.5	1	1	2	2	1	1.5	1.5
알루미늄규산나트륨 투입량(ppm)		10	15	15	40	80	20	5	9
무기응집제		X	황산알루미늄	폴리염화알루미늄	폴리수산화염화황산알루미늄	폴리염화알루미늄	X	폴리수산화염화황산알루미늄	폴리염화알루미늄
무기응집제 투입량(ppm)		X	40	40	60	60	X	40	40

표 2

구분		실시예 5	실시예 6-1	실시예 6-2	실시예 7-1	실시예 7-2	실시예 8-1	실시예 8-2	실시예 9-1	실시예 9-2
원수타입		산성폐수	자동차폐수	자동차폐수	제지폐수	제지폐수	호소수	호소수	호소수	호소수
알루미늄규산나트륨 조성 (wt%)	$Al_2O_3$	25	20	20	20	20	5	5	5	5
	$Na_2O$	20	20	20	20	20	10	10	15	15
	$SiO_2$	3	5	5	2	2	5	5	5	5
알루미늄규산나트륨 투입량(ppm)		500	1000	1000	340	400	20	30	30	30
무기응집제		X	폴리염화알루미늄	황산알루미늄	폴리수산화염화황산알루미늄	폴리염화알루미늄	폴리수산화염화황산알루미늄	폴리염화알루미늄	황산알루미늄	폴리염화알루미늄
무기응집제 투입량(ppm)		X	8000	8000	400	400	40	40	40	40
수처리용 폴리머 투입량(ppm)		X	4	4	X	X	X	X	X	X

표 3

구분	실시예 10-1	실시예 10-2	실시예 10-3	실시예 10-4	실시예 10-5	실시예 10-6	실시예 11-1	실시예 11-2	실시예 11-3	실시예 11-4	실시예 11-5	실시예 11-6



원수 타입		조류 <i>Anabena</i> 가 투입된 원수											
알루미늄규산나트륨 조성 (wt%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Na <sub>2</sub> O	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	SiO <sub>2</sub>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
알루미늄규산나트륨 투입량(ppm)		15	18	21	24	27	30	7.5	9	10.5	12	13.5	15
무기응집제		X						폴리염화알루미늄					
무기응집제 투입량(ppm)		X						7.5	9	10.5	12	13.5	15

표 4

구분	실시예 12-1	실시예 12-2	실시예 12-3	실시예 12-4	실시예 12-5	실시예 12-6	실시예 13-1	실시예 13-2	실시예 13-3	실시예 13-4	실시예 13-5	실시예 13-6	
원수 타입		조류 <i>Microcystis</i> 가 투입된 원수											
알루미늄규산나트륨 조성 (wt%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
	Na <sub>2</sub> O	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
	SiO <sub>2</sub>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
알루미늄규산나트륨 투입량(ppm)		15	18	21	24	27	30	7.5	9	10.5	12	13.5	15
무기응집제		X						폴리염화알루미늄					
무기응집제 투입량(ppm)		X						7.5	9	10.5	12	13.5	15

[0071]

[0072]

[비교예 1-1] 내지 [비교예 11-6]

[0073]

원수타입에 따라 투입하는 응집보조제의 종류, 응집보조제 투입량, 투입하는 무기응집제의 종류 및 무기응집제 투입량을 하기 표 5 내지 표 9에 정리해 나타내었다. 또한, 하기 표의 원수 타입은 상기 실시예의 원수와 동일하다.

표 5

구분	비교예 1-1	비교예 1-2	비교예 1-3	비교예 1-4	비교예 2-1	비교예 2-2	비교예 2-3	비교예 2-4	비교예 3-1	비교예 3-2	비교예 3-3	비교예 3-4
원수 타입	저탁도 상수	저탁도 상수	저탁도 상수	저탁도 상수	중탁도 상수	중탁도 상수	중탁도 상수	중탁도 상수	고탁도 상수	고탁도 상수	고탁도 상수	고탁도 상수
응집보조제	20% 수산화나트륨	1% 소석회	20% 수산화나트륨	1% 소석회	알루미늄산나트륨 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25wt%, Na <sub>2</sub> O 19.3wt%	20% 수산화나트륨	알루미늄산나트륨 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25wt%, Na <sub>2</sub> O 19.3wt%	20% 수산화나트륨	알루미늄산나트륨 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25wt%, Na <sub>2</sub> O 19.3wt%	20% 수산화나트륨	알루미늄산나트륨 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25wt%, Na <sub>2</sub> O 19.3wt%	20% 수산화나트륨
응집보조제 투입량 (ppm)	3	3	3	3	15	15	15	15	40	40	80	80

[0074]

무기 응집 제	폴리염 화알루 미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10.5 wt%	폴리염 화알루 미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10.5 wt%	황산알 루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 7wt%	황산알 루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 7wt%	황산알 루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8wt%	황산알 루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8wt%	폴리염 화알루 미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17wt%	폴리염 화알루 미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17wt%	폴리수 산화염 화황산 알루미 늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 12.5 wt%	폴리수 산화염 화황산 알루미 늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 12.5 wt%	폴리염 화알루 미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17wt%	폴리 염화 알루 미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17wt%
무기 응집 제 투 입량 (ppm)	10	10	10	10	40	40	40	40	60	60	60	60

표 6

[0075]

구분	비교예 4-1	비교예 4-2	비교예 4-3	비교예 4-4	비교예 4-5	비교예 4-6	비교예 4-7	비교예 4-8	비교예 5-1	비교예 5-2	비교예 5-3	비교 예 5-4
원수 타입	하수	하수	하수	하수	하수	하수	하수	하수	산성폐 수	산성폐 수	산성폐 수	산성 폐수
응집 보조 제	20% 수산화 나트륨	1% 소석회	20% 수산화 나트륨	1% 소석회	알루미늄 산나트 륨 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25wt%, Na <sub>2</sub> O 19.3wt%	20% 수산화 나트륨	알루민 산나트 륨 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25wt%, Na <sub>2</sub> O 19.3wt%	20% 수산화 나트륨	20% 수산화 나트륨	1% 소석회	20% 수산화 나트륨	1% 소석 회
응집 보조 제 투 입량 (ppm)	5	5	5	5	5	5	9	9	15	15	15	15
무기 응집 제	폴리염 화알루 미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10.5 wt%	폴리염 화알루 미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10.5 wt%	황산알 루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 7wt%	황산알 루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 7wt%	폴리수 산화염 화황산 알루미 늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 12.5%	폴리수 산화염 화황산 알루미 늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 12.5%	폴리염 화알루 미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17 wt%	폴리염 화알루 미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17 wt%	폴리염 화알루 미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10.5 wt%	폴리염 화알루 미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10.5 wt%	황산알 루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 7wt%	황산 알루 미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 7wt%
무기 응집 제 투 입량 (ppm)	20	20	20	20	40	40	40	40	500	500	500	500

표 7

[0076]

구분	비교예 6-1	비교예 6-2	비교예 6-3	비교예 6-4	비교예 7-1	비교예 7-2	비교예 7-3	비교예 7-4	비교예 8-1	비교예 8-2	비교예 8-3	비교 예 8-4
원수 타입	자동차 폐수	자동차 폐수	자동차 폐수	자동차 폐수	제지폐 수	제지폐 수	제지폐 수	제지폐 수	호소수	호소수	호소수	호소 수
응집 보조 제	알루민 산나트 륨 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25wt%, Na <sub>2</sub> O 19.3wt%	20% 수산화 나트륨	알루민 산나트 륨 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25wt%, Na <sub>2</sub> O 19.3wt%	20% 수산화 나트륨	알루민 산나트 륨 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25wt%, Na <sub>2</sub> O 19.3wt%	20% 수산화 나트륨	알루민 산나트 륨 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25wt%, Na <sub>2</sub> O 19.3wt%	20% 수산화 나트륨	알루민 산나트 륨 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25wt%, Na <sub>2</sub> O 19.3wt%	20% 수산화 나트륨	알루민 산나트 륨 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25wt%, Na <sub>2</sub> O 19.3wt%	20% 수산화 나트 륨

응집 보조제 투입량 (ppm)	1000	1000	1000	1000	340	340	400	400	20	20	30	30
무기 응집제	폴리염화알루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17 wt%	폴리염화알루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17 wt%	황산알루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8wt%	황산알루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8wt%	폴리수산화염화황산알루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 12.5 wt%	폴리수산화염화황산알루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 12.5 wt%	폴리염화알루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17 wt%	폴리염화알루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17 wt%	폴리수산화염화황산알루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 12.5 wt%	폴리수산화염화황산알루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 12.5 wt%	폴리염화알루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17 wt%	폴리염화알루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17 wt%
무기 응집제 투입량 (ppm)	8000	8000	8000	8000	400	400	400	400	40	40	40	40
폴리머 투입량 (ppm)	4	4	4	4	X	X	X	X	X	X	X	X

표 8

[0077]

구분	비교예 9-1	비교예 9-2	비교예 9-3	비교예 9-4	비교예 10-1	비교예 10-2	비교예 10-3	비교예 10-4	비교예 10-5	비교예 10-6
원수 타입	호소수	호소수	호소수	호소수	조류가 투입된 원수	조류가 투입된 원수	조류가 투입된 원수	조류가 투입된 원수	조류가 투입된 원수	조류가 투입된 원수
응집 보조제	알루미늄 산나트륨 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25wt%, Na <sub>2</sub> O 19.3wt%	20% 수산화 나트륨	알루미늄 산나트륨 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25wt%, Na <sub>2</sub> O 19.3wt%	20% 수산화 나트륨	알루미늄 산나트륨 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25wt%, Na <sub>2</sub> O 19.3wt%	알루미늄 산나트륨 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25wt%, Na <sub>2</sub> O 19.3wt%	알루미늄 산나트륨 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25wt%, Na <sub>2</sub> O 19.3wt%	알루미늄 산나트륨 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25wt%, Na <sub>2</sub> O 19.3wt%	알루미늄 산나트륨 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25wt%, Na <sub>2</sub> O 19.3wt%	알루미늄 산나트륨 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25wt%, Na <sub>2</sub> O 19.3wt%
응집 보조제 투입량 (ppm)	30	30	30	30	7.5	9	10.5	12	13.5	15
무기 응집제	황산알루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8wt%	황산알루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8wt%	폴리염화알루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17 wt%	폴리염화알루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17 wt%	폴리염화알루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17 wt%	폴리염화알루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17 wt%	폴리염화알루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17 wt%	폴리염화알루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17 wt%	폴리염화알루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17 wt%	폴리염화알루미늄 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17 wt%
무기 응집제 투입량 (ppm)	40	40	40	40	7.5	9	10.5	12	13.5	15

표 9

[0078]

구분	비교예 11-1	비교예 11-2	비교예 11-3	비교예 11-4	비교예 11-5	비교예 11-6
원수 타입	조류가 투입된 원수	조류가 투입된 원수	조류가 투입된 원수	조류가 투입된 원수	조류가 투입된 원수	조류가 투입된 원수

응집보조제	20% 수산화나트륨	20% 수산화나트륨	20% 수산화나트륨	20% 수산화나트륨	20% 수산화나트륨	20% 수산화나트륨
응집보조제 투입량(ppm)	7.5	9	10.5	12	13.5	15
무기응집제	폴리염화알루미늄 (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17wt%)	폴리염화알루미늄 (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17wt%)	폴리염화알루미늄 (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17wt%)	폴리염화알루미늄 (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17wt%)	폴리염화알루미늄 (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17wt%)	폴리염화알루미늄 (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17wt%)
무기응집제 투입량(ppm)	7.5	9	10.5	12	13.5	15

[0079] [실험예 1] 저탁도 상수에 알루미늄규산나트륨 단독 처리 후 탁도 및 탁도 제거 효율 측정

[0080] 저탁도 상수에 알루미늄규산나트륨 단독 처리 시 탁도 제거효율을 확인하기 위하여, 2.18 NTU 저탁도 상수에 상기 실시예 1을 처리한 후 탁도(Turbidity) 및 탁도 제거효율을 측정하였다. 상기 탁도 및 탁도 제거효율 측정 방법은 수질오염공정시험기준(환경부고시 제 2016-65호)에 기재된 바에 따랐다.

[0081] 또한, 실시예 1의 응집 효능의 우수성을 비교확인하기 위하여 동일한 저탁도 상수 비교예 1-1 내지 비교예 1-4를 처리한 후 탁도 및 탁도 제거효율을 측정하였으며, 측정수치를 하기 표 10에 나타내었다.

표 10

[0083]

구분	저탁도 상수	실시예 1	비교예 1-1	비교예 1-2	비교예 1-3	비교예 1-4
탁도(NTU)	2.18	0.419	0.532	0.513	0.621	0.627
탁도 제거효율(wt%)	-	80.8	75.6	76.5	71.5	71.2

[0084] 그 결과, 표 10에 나타난 바와 같이 저탁도 상수에 비교예 1-1 내지 비교예 1-4를 처리한 경우보다 실시예 1을 처리했을 때 0.419 NTU로 가장 낮은 탁도를 기록하였으며, 80.8 wt%로 가장 높은 탁도 제거효율을 나타내었다. 따라서, 저탁도 상수에서 알루미늄규산나트륨(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5 wt%, Na<sub>2</sub>O 15 wt%, SiO<sub>2</sub> 0.5 wt%)의 탁도제거 효과가 일반적으로 사용되는 응집제 및 응집보조제(비교예 1-1 내지 비교예 1-4)를 처리하였을 때 보다 우수함을 확인하였다(표 10).

[0086] [실험예 2] 중탁도 상수에 알루미늄규산나트륨과 무기응집제 병행처리 후 탁도 및 탁도 제거 효율 측정

[0087] 중탁도 상수에 알루미늄규산나트륨과 무기응집제 병행 처리 시 탁도 제거효율을 확인하기 위하여, 53 NTU 중탁도 상수에 상기 실시예 2-1, 실시예 2-2, 비교예 2-1 내지 비교예 2-4를 각각 처리한 후 실험예 1과 동일한 방법으로 탁도 및 탁도 제거효율을 측정하였으며, 측정수치를 하기 표 11에 나타내었다.

표 11

[0089]

구분	중탁도 상수	실시예 2-1	비교예 2-1	비교예 2-2	실시예 2-2	비교예 2-3	비교예 2-4
탁도(NTU)	53	1.91	2.07	2.30	0.822	0.871	0.928
탁도 제거효율(wt%)	-	94.6	96.1	95.7	98.4	98.4	98.2

[0090] 그 결과, 표 11에 나타난 바와 같이, 동일한 황산알루미늄 무기응집제, 다른 종류의 응집보조제를 처리한 실시예 2-1 / 비교예 2-1 / 비교예 2-2의 중탁도 상수에서의 탁도 및 탁도제거효율 수치를 비교한 결과, 응집보조제로 알루미늄규산나트륨(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5 wt%, Na<sub>2</sub>O 15 wt%, SiO<sub>2</sub> 1 wt%)을 사용한 실시예 2-1이 알루미늄나트륨, 수산화나트륨을 사용한 비교예 2-1, 비교예 2-2와 비교해 1.91 NTU로 가장 낮은 탁도 및 96.4%의 가장 높은 탁도 제거효율을 나타내었다.

[0091] 또한, 동일한 폴리염화알루미늄 무기응집제, 다른 종류의 응집보조제를 처리한 실시예 2-2 / 비교예 2-3 / 비교예 2-4의 중탁도 상수에서의 탁도 및 탁도제거효율 수치를 비교한 결과 역시 응집보조제로 알루미늄규산나트륨(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5 wt%, Na<sub>2</sub>O 15 wt%, SiO<sub>2</sub> 1 wt%)을 사용한 실시예 2-2가 0.822 NTU로 가장 낮은 탁도 및 98.4 wt%의 높

은 탁도 제거효율을 나타내었다. 따라서, 본 실험을 통하여 응집보조제로써 알루미늄규산나트륨을 처리하였을 때가 다른 일반적인 응집보조제를 사용한 경우보다 우수하거나 대체 사용하기 충분할 정도의 우수한 탁도 제거 효율을 가짐을 확인하였다(표 11).

[0093] [실험예 3] 고탁도 상수에 알루미늄규산나트륨과 무기응집제 병행처리 후 탁도 및 탁도 제거 효율 측정

[0094] 고탁도 상수에 알루미늄규산나트륨과 무기응집제 병행 처리 시 탁도 제거효율을 확인하기 위하여, 271 NTU 고탁도 상수에서 상기 실시예 3-1, 실시예 3-2, 비교예 3-1 내지 비교예 3-4를 각각 처리한 후 실험예 1과 동일한 방법으로 탁도 및 탁도 제거효율을 측정하였으며, 측정수치를 하기 표 12에 나타내었다.

표 12

[0096]

구분	고탁도 상수	실시예 3-1	비교예 3-1	비교예 3-2	실시예 3-2	비교예 3-3	비교예 3-4
탁도(NTU)	271	0.451	0.592	0.721	3.04	3.29	4.01
탁도 제거 효율(wt%)	-	99.8	99.8	99.7	98.9	98.8	98.5

[0097] 그 결과, 표 12에 나타난 바와 같이, 동일한 폴리수산화염화황산알루미늄 무기응집제, 다른 종류의 응집보조제를 처리한 실시예 3-1 / 비교예 3-1 / 비교예 3-2의 고탁도 상수에서의 탁도 및 탁도제거효율 수치를 비교한 결과, 응집보조제로 알루미늄규산나트륨(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10 wt%, Na<sub>2</sub>O 20 wt%, SiO<sub>2</sub> 2 wt%)을 사용한 실시예 3-1이 알루미늄나트륨, 수산화나트륨을 사용한 비교예 3-1, 비교예 3-2와 비교해 0.451 NTU로 가장 낮은 탁도 및 99.8 wt%의 가장 높은 탁도 제거효율을 나타내었다.

[0098] 또한, 동일한 폴리염화알루미늄 무기응집제, 다른 종류의 응집보조제를 처리한 실시예 3-2 / 비교예 3-3 / 비교예 3-4의 고탁도 상수에서의 탁도 및 탁도제거효율 수치를 비교한 결과 역시 응집보조제로 알루미늄규산나트륨(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10 wt%, Na<sub>2</sub>O 20 wt%, SiO<sub>2</sub> 2 wt%)을 사용한 실시예 3-2가 3.04 NTU로 가장 낮은 탁도 및 98.9 wt%의 높은 탁도 제거효율을 나타내었다. 따라서, 고탁도 상수에서도 역시 알루미늄규산나트륨을 응집보조제로 처리하였을 때가 다른 일반적인 응집보조제를 사용한 경우보다 우수하거나 대체 사용하기 충분할 정도의 탁도 제거 효율을 나타냄을 확인하였다(표 12).

[0100] [실험예 4] 하수에 알루미늄규산나트륨과 단독 처리 후 수질개선 정도 측정

[0101] A지역에서 채취한 하수(SS : 11 mg/L, T-P : 3.15 mg/L, COD : 32.6 mg/L)에 알루미늄규산나트륨 단독 처리 후 수질 개선 정도를 확인하기 위하여, 하수에 상기 실시예 4-1을 처리한 후 부유물질(SS; Suspended Solid), 총인(T-P; Total-P), 화학적 산소요구량(COD; Chemical Oxygen Demand)을 측정하였다. SS, T-P, T-N, COD 및 BOD의 측정방법은 (수질오염폐기물토양오염)공정시험방법(동화기술편집부 저)에 기재된 방법을 사용하였다.

[0102] 또한, 실시예 4-1의 수질개선 정도를 비교평가하기 위하여 동일한 하수에 비교예 4-1 내지 비교예 4-4를 처리한 후 SS, T-P 및 COD를 측정하였으며, 측정수치를 하기 표 13에 나타내었다.

표 13

[0104]

구분	하수	실시예 4-1	비교예 4-1	비교예 4-2	비교예 4-3	비교예 4-4
SS(mg/L)	11	1.2	2.4	2.6	3.6	3.7
T-P(mg/L)	3.15	1.94	2.12	2.13	2.34	2.33
COD(mg/L)	32.6	6.4	7.2	7.3	8.5	8.4

[0105] 그 결과, [표 13]에 나타난 바와같이, 하수에 비교예 4-1 내지 비교예 4-4를 처리한 경우보다 실시예 4-1을 처리했을 때 가장 낮은 SS, T-P, COD 값을 기록하였다. 따라서, 하수에서 알루미늄규산나트륨(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 15 wt%, Na<sub>2</sub>O 20 wt%, SiO<sub>2</sub> 1 wt%)의 수질개선 효과가 일반적으로 사용되는 응집제 및 응집보조제(비교예 4-1 내지 비교예 4-4)를 처리하였을 때 보다 우수함을 확인하였다(표 13).

[0107] [실험예 5] 하수에 알루미늄규산나트륨과 무기응집제 병행처리 후 수질개선 정도 측정

[0108] B지역에서 채취한 하수(SS : 9 mg/L, T-P : 3.59 mg/L, BOD : 27.1 mg/L)에 알루미늄규산나트륨과 무기응집제

병행 처리 시 수질개선 효과를 확인하기 위하여, 하수에 상기 실시예 4-2, 실시예 4-3, 비교예 4-5 내지 비교예 4-8을 각각 처리한 후 실험에 4와 동일한 방법으로 SS, T-P 및 BOD(Biochemical Oxygen Demand)를 측정하였으며, 측정수치를 하기 표 14에 나타내었다.

**표 14**

구분	하수	실시예 4-2	비교예 4-5	비교예 4-6	실시예 4-3	비교예 4-7	비교예 4-8
SS(mg/L)	9	0.9	1.3	1.7	2.8	3.1	4.2
T-P(mg/L)	3.59	1.72	2.01	2.13	2.21	2.45	2.49
BOD(mg/L)	27.1	2.3	3.4	3.9	5.4	6.9	7.5

[0110]

그 결과, 표 14에 나타난 바와 같이, 동일한 폴리수산화염화황산알루미늄 무기응집제, 다른 종류의 응집보조제를 처리한 실시예 4-1 / 비교예 4-5 / 비교예 4-6의 하수에서의 수질개선 수치를 비교한 결과, 응집보조제로 알루미늄규산나트륨( $Al_2O_3$  20 wt%,  $Na_2O$  20 wt%,  $SiO_2$  1.5 wt%)을 사용한 실시예 4-2가 알루미늄산나트륨, 수산화나트륨을 사용한 비교예 4-5, 비교예 4-6과 비교해 가장 낮은 SS, T-P 및 BOD 수치를 나타내었다.

[0111]

[0112]

또한, 동일한 폴리염화알루미늄 무기응집제, 다른 종류의 응집보조제를 처리한 실시예 4-3 / 비교예 4-7 / 비교예 4-8의 하수에서의 수질개선 수치를 비교한 결과 역시 응집보조제로 알루미늄규산나트륨( $Al_2O_3$  20 wt%,  $Na_2O$  20 wt%,  $SiO_2$  1.5 wt%)을 사용한 실시예 4-3이 가장 낮은 SS, T-P 및 BOD 수치를 나타내었다.

[0113]

따라서, 하수에서도 역시 알루미늄규산나트륨을 응집보조제로 처리하였을 때가 다른 일반적인 응집보조제를 사용한 경우보다 우수한 수질개선 효과를 나타냄을 확인하였다(표 14).

[0115]

**[실험예 6] 산성폐수에 알루미늄규산나트륨 단독 처리 후 수질개선 정도 측정**

[0116]

C지역에서 채취한 산성폐수(SS : 723 mg/L, COD : 95 mg/L)에 알루미늄규산나트륨 단독 처리 후 수질 개선 정도를 확인하기 위하여, 폐수에 상기 실시예 5-1을 처리한 후 SS 및 COD를 측정하였으며 SS, COD의 측정방법은 상기 실험예 4와 동일한 방법을 사용하였다.

[0117]

또한, 실시예 5-1의 수질개선 정도를 비교평가하기 위하여 동일한 폐수에 비교예 5-1 내지 비교예 5-4를 처리한 후 SS 및 COD를 측정하였으며, 측정수치를 하기 표 15에 나타내었다.

**표 15**

구분	산성폐수	실시예 5-1	비교예 5-1	비교예 5-2	비교예 5-3	비교예 5-4
SS(mg/L)	723	12.1	15.3	15.5	16.7	17.1
COD(mg/L)	95	18	22	21	25	24

[0119]

그 결과, 표 15에 나타난 바와 같이, 산성폐수에 비교예 5-1 내지 비교예 5-4를 처리한 경우보다 실시예 5-1을 처리했을 때 12.1 mg/L로 가장 낮은 SS, 및 18 mg/L로 가장 낮은 COD 값을 기록하였다. 따라서, 산성폐수에서 알루미늄규산나트륨( $Al_2O_3$  25wt%,  $Na_2O$  20 wt%,  $SiO_2$  3 wt%)을 처리했을 때의 수질개선 효과가 일반적으로 사용되는 응집제 및 응집보조제(비교예 5-1 내지 비교예 5-4)를 처리하였을때 보다 우수해 기존 응집제 및 응집보조제를 대체사용 가능할 정도의 응집 효능을 가짐을 확인하였다(표 15).

[0120]

[0122]

**[실험예 7] 자동차폐수에 알루미늄규산나트륨 및 무기응집제 병행처리 후 수질개선 정도 측정**

[0123]

D지역에서 채취한 자동차 폐수(SS : 19.320 mg/L, T-P : 22 mg/L, T-N : 795 mg/L)에 알루미늄규산나트륨과 무기응집제 병행 처리 시 수질개선 효과를 확인하기 위하여, 하수에 상기 실시예 6-1, 실시예 6-2, 비교예 6-1 내지 비교예 6-4를 각각 처리한 후 실험에 4와 동일한 방법으로 SS, T-P 및 T-N(Total-N)을 측정하였으며, 측정수치를 하기 표 16에 나타내었다.

**표 16**

구분	자동차 폐수	실시예 6-1	비교예 6-1	비교예 6-2	실시예 6-2	비교예 6-3	비교예 6-4
SS(mg/L)	19,320	3,400	3,670	4,910	1,030	1,065	1,110

[0125]

T-P(mg/L)	22	2.8	3.2	3.5	0.7	1.1	1.3
T-N(mg/L)	795	106.8	107.1	107.7	105.2	106.1	106.3

[0126] 그 결과, 표 16에 나타낸 바와 같이, 동일한 폴리염화알루미늄 무기응집제, 다른 종류의 응집보조제를 처리한 실시예 6-1 / 비교예 6-1 / 비교예 6-2의 자동차폐수에서의 수질개선 수치를 비교한 결과, 응집보조제로 알루미늄규산나트륨(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 20 wt%, Na<sub>2</sub>O 20 wt%, SiO<sub>2</sub> 5 wt%)을 사용한 실시예 6-1이 알루미늄산나트륨, 수산화나트륨을 사용한 비교예 6-1, 비교예 6-2와 비교해 가장 낮은 SS, T-P 및 T-N 수치를 나타내었다.

[0127] 또한, 동일한 SamPAC1250 무기응집제, 다른 종류의 응집보조제를 처리한 실시예 6-2 / 비교예 6-3 / 비교예 6-4의 자동차폐수에서의 수질개선 수치를 비교한 결과 역시 응집보조제로 알루미늄규산나트륨(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 20 wt%, Na<sub>2</sub>O 20 wt%, SiO<sub>2</sub> 5 wt%)을 사용한 실시예 6-2가 가장 낮은 SS, T-P 및 T-N 수치를 나타내었다.

[0128] 따라서, 자동차폐수에서도 역시 알루미늄규산나트륨을 응집보조제로 처리하였을 때가 다른 일반적인 응집보조제를 사용한 경우보다 우수한 수질개선 효과를 나타냄을 확인하였다(표 16).

[0130] **[실험예 8] 제지폐수에 알루미늄규산나트륨 및 무기응집제 병행처리 후 수질개선 정도 측정**

[0131] 제지 폐수에 알루미늄규산나트륨과 무기응집제 병행 처리 시 수질개선 효과를 확인하기 위하여, E지역에서 채취한 제지폐수(SS : 701 mg/L, COD 1,175 mg/L, 경도 2,860 mg/L)에 상기 실시예 7-1, 실시예 7-2, 비교예 7-1 내지 비교예 7-4를 각각 처리한 후, 실험예 4와 동일한 방법으로 SS, COD 및 먹는물수질공정시험기준(환경부고시 제 2015-214호)에 기재된 방법에 따라 경도를 측정하였으며, 측정수치를 하기 표 17에 나타내었다.

표 17

구분	제지폐수	실시예 7-1	비교예 7-1	비교예 7-2	실시예 7-2	비교예 7-3	비교예 7-4
SS(mg/L)	701	435	437	471	475	481	515
COD(mg/L)	1,175	782	829	832	812	840	843
경도(mg/L)	2,860	2,070	2,100	2,110	2,090	2,130	2,140

[0134] 그 결과, 표 17에 나타낸 바와 같이, 동일한 폴리수산화염화황산알루미늄 무기응집제, 다른 종류의 응집보조제를 처리한 실시예 7-1 / 비교예 7-1 / 비교예 7-2의 제지폐수에서의 수질개선 수치를 비교한 결과, 응집보조제로 알루미늄규산나트륨(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 20 wt%, Na<sub>2</sub>O 20 wt%, SiO<sub>2</sub> 2 wt%)을 사용한 실시예 7-1이 알루미늄산나트륨, 수산화나트륨을 사용한 비교예 7-1, 비교예 7-2와 비교해 가장 낮은 SS, COD 및 경도 수치를 나타내었다.

[0135] 또한, 동일한 폴리염화알루미늄 무기응집제, 다른 종류의 응집보조제를 처리한 실시예 7-2 / 비교예 7-3 / 비교예 7-4의 제지폐수에서의 수질개선 수치를 비교한 결과 역시 응집보조제로 알루미늄규산나트륨(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 20 wt%, Na<sub>2</sub>O 20 wt%, SiO<sub>2</sub> 2 wt%)을 처리한 실시예 7-2가 가장 낮은 SS, COD 및 경도 수치를 나타내었다.

[0136] 따라서, 제지폐수에서도 역시 알루미늄규산나트륨을 응집보조제로 처리하였을 때가 다른 일반적인 응집보조제를 사용한 경우보다 우수한 수질개선 효과를 나타냄을 확인하였다(표 17).

[0138] **[실험예 9] 호소수에 알루미늄규산나트륨 및 무기응집제 병행처리 후 수질개선 정도 측정**

[0139] **<실험예 9-1>**

[0140] F지역에서 채취한 탁도 78 NTU인 호소수에 알루미늄규산나트륨과 무기응집제 병행 처리 시 수질개선 효과를 확인하기 위하여, 호소수에 상기 실시예 8-1, 실시예 8-2, 비교예 8-1 내지 비교예 8-4를 각각 처리한 후 실험예 1과 동일한 방법으로 탁도 및 탁도 제거효율을 측정하였으며, 측정수치를 하기 표 18에 나타내었다.

표 18

구분	호소수	실시예 8-1	비교예 8-1	비교예 8-2	실시예 8-2	비교예 8-3	비교예 8-4
탁도(NTU)	78	0.380	0.421	0.710	3.93	4.02	4.32
탁도 제거효율(wt%)	-	99.5	99.5	99.1	95.0	94.9	94.5

[0143] 그 결과, [표 18]에 나타난 바와 같이, 동일한 폴리수산화염화황산알루미늄 무기응집제, 다른 종류의 응집보조제를 처리한 실시예 8-1 / 비교예 8-1 / 비교예 8-2의 호소수에서의 탁도 및 탁도 제거효율 수치를 비교한 결과, 응집보조제로 알루미늄규산나트륨( $Al_2O_3$  5 wt%,  $Na_2O$  10 wt%,  $SiO_2$  5 wt%)을 사용한 실시예 8-1이 알루미늄산나트륨, 수산화나트륨을 사용한 비교예 8-1, 비교예 8-2와 비교해 0.380 NTU로 가장 낮은 탁도 및 99.5 wt%의 높은 탁도 제거효율을 나타내었다.

[0144] 또한, 동일한 폴리염화알루미늄 무기응집제, 다른 종류의 응집보조제를 처리한 실시예 8-2 / 비교예 8-3 / 비교예 8-4의 호소수에서의 수질개선 수치를 비교한 결과 역시 응집보조제로 알루미늄규산나트륨( $Al_2O_3$  5 wt%,  $Na_2O$  10 wt%,  $SiO_2$  5 wt%)을 처리한 실시예 8-2가 3.93 NTU로 가장 낮은 탁도 및 95.0 wt%로 가장 높은 탁도 제거효율을 나타내었다(표 18).

[0146] <실험예 9-2>

[0147] 사용한 응집보조제만 상이할 뿐, 나머지는 실험예 9-1과 동일한 호소수에 동일한 탁도 및 탁도제거효율 측정 방법을 따라 두번째 실험을 수행하였으며, 그 결과를 하기 표 19에 나타내었다.

표 19

구분	호소수	실시예 9-1	비교예 9-1	비교예 9-2	실시예 9-2	비교예 9-3	비교예 9-4
탁도(NTU)	78	3.95	4.05	4.37	2.06	2.31	2.82
탁도 제거효율(wt%)	-	94.9	94.8	94.4	97.4	97.0	96.4

[0150] 그 결과, 표 19에 나타난 바와 같이, 동일한 황산알루미늄 무기응집제, 다른 종류의 응집보조제를 처리한 실시예 9-1 / 비교예 9-1 / 비교예 9-2의 호소수에서의 탁도 및 탁도 제거효율 수치를 비교한 결과, 응집보조제로 알루미늄규산나트륨( $Al_2O_3$  5 wt%,  $Na_2O$  15 wt%,  $SiO_2$  5 wt%)을 사용한 실시예 9-1이 알루미늄산나트륨, 수산화나트륨을 사용한 비교예 9-1, 비교예 9-2와 비교해 3.95 NTU로 가장 낮은 탁도 및 94.9 wt%의 높은 탁도 제거효율을 나타내었다.

[0151] 또한, 동일한 폴리염화알루미늄 무기응집제, 다른 종류의 응집보조제를 처리한 실시예 9-2 / 비교예 9-3 / 비교예 9-4의 호소수에서의 탁도 및 탁도 제거효율 수치를 비교한 결과 역시 응집보조제로 알루미늄규산나트륨( $Al_2O_3$  5 wt%,  $Na_2O$  15wt%,  $SiO_2$  5 wt%)을 처리한 실시예 9-2가 2.06 NTU로 가장 낮은 탁도 및 97.4 wt%로 가장 높은 탁도 제거효율을 나타내었다.

[0152] 따라서, 호소수에서도 역시 알루미늄규산나트륨을 응집보조제로 처리하였을 때가 다른 일반적인 응집보조제를 사용한 경우보다 우수한 수질개선 효과를 나타냄을 확인하였다(표 19).

[0154] [실험예 10] 조류가 투입된 원수에서 알루미늄규산나트륨 단독 또는 무기응집제와 동시 투입시 수질개선 효과 확인

[0155] <10-1> 아나베나(*Anabaena*)가 투입된 원수

[0156] (1) 아나베나(*Anabaena*)가 투입된 원수에 알루미늄규산나트륨 단독 처리 후 조류제거 효과를 확인하기 위하여, 아나베나(*Anabaena*)가 투입된 원수에 알루미늄규산나트륨( $Al_2O_3$  10 wt%,  $Na_2O$  20 wt%,  $SiO_2$  4 wt%) 투입량을 달리한 실시예 10-1 내지 10-6을 처리한 후 상기 실험예 1과 동일한 방법으로 탁도 및 먹는물수질공정시험기준(환경부고시 제 2015-214호)에 기재된 방법에 따라  $KMnO_4$  소비량을 측정하였으며, 그 결과를 하기 표 20에 나타내었다.

표 20

구분	실시예 10-1	실시예 10-2	실시예 10-3	실시예 10-4	실시예 10-5	실시예 10-6
탁도(NTU)	0.233	0.217	0.205	0.182	0.170	0.152
$KMnO_4$ 소비량(mg/L)	2.50	2.45	2.45	2.35	2.30	2.20



[0159] 그 결과, 상기 표 20에 나타난 바와 같이 알루미늄규산나트륨의 투입량을 증가시킬수록 탁도가 낮아지고  $KMnO_4$  소비량이 감소하였으며, 이로써 알루미늄규산나트륨이 아나베나를 효과적으로 응집 침강시켜 수질을 정화함을 알 수 있었으며, 실시예 10-6이 가장 탁도를 크게 개선시켰는 바, 원수 조류 제거를 위해 알루미늄규산나트륨을 단독으로 투입하고자 할 경우, 알루미늄규산나트륨 30ppm이 최적수치임을 확인하였다(표 20).

[0161] (2) 아나베나(*Anabaena*)가 투입된 원수에 알루미늄규산나트륨 및 무기응집제를 동시에 처리한 후 조류제거 효과를 확인하기 위하여, 아나베나(*Anabaena*)가 투입된 원수에 알루미늄규산나트륨( $Al_2O_3$  10 wt%,  $Na_2O$  20 wt%,  $SiO_2$  10 wt%) 및 무기응집제 폴리염화알루미늄의 투입량을 달리한 실시예 11-1 내지 11-6을 처리한 후 탁도 및  $KMnO_4$  소비량을 측정하였으며, 이와 비교하기 위해 실시예와 동일한 폴리염화알루미늄 응집제를 사용하였으나 응집보조제로 알루미늄나트륨, 20% 수산화나트륨을 처리한 비교예 10-1 내지 10-6, 비교예 11-1 내지 비교예 11-6을 원수에 처리한 후 탁도 및  $KMnO_4$  소비량을 측정해 하기 표 21에 나타내었다.

표 21

구분	탁도	$KMnO_4$ 소비량	구분	탁도	$KMnO_4$ 소비량	구분	탁도	$KMnO_4$ 소비량
실시예 11-1	0.167	2.20	비교예 10-1	0.181	2.65	비교예 11-1	0.257	2.75
실시예 11-2	0.141	2.15	비교예 10-2	0.169	2.65	비교예 11-2	0.246	2.75
실시예 11-3	0.137	2.05	비교예 10-3	0.155	2.60	비교예 11-3	0.223	2.70
실시예 11-4	0.135	2.05	비교예 10-4	0.141	2.50	비교예 11-4	0.218	2.65
실시예 11-5	0.118	2.00	비교예 10-5	0.132	2.40	비교예 11-5	0.206	2.60
실시예 11-6	0.111	1.90	비교예 10-6	0.121	2.25	비교예 11-6	0.196	2.60

[0164] 그 결과, 표 21에 나타난 바와 같이 알루미늄규산나트륨을 처리한 비교예 10-1 내지 비교예 10-6, 20% 수산화나트륨을 처리한 비교예 11-1 내지 비교예 11-6 보다 본 발명의 알루미늄규산나트륨( $Al_2O_3$  10 wt%,  $Na_2O$  20 wt%,  $SiO_2$  4 wt%) 실시예 11-1 내지 실시예 11-6을 처리하였을 때, 탁도 및  $KMnO_4$  소비량 수치가 전반적으로 낮게 나타났으며, 알루미늄규산나트륨 투입량에 비례해 탁도 및  $KMnO_4$  소비량이 감소함을 확인하였다. 따라서, 일반적으로 사용되는 알루미늄나트륨, 수산화나트륨 응집보조제보다 본 발명의 알루미늄규산나트륨을 처리하였을 때 아나베나 조류 제거 및 수질 개선 효과가 우수함을 확인하였으며, 실시예 11-6을 처리하였을 때 탁도가 가장 크게 개선되었는 바, 원수 조류제거를 위해 알루미늄규산나트륨 및 응집제를 병행 처리시 최적용량은 알루미늄규산나트륨 15ppm, 폴리염화알루미늄 15ppm임을 확인하였다(표 21).

[0166] <10-2> 마이크로시스티스(*Microcystis*)가 투입된 원수

[0167] (1) 마이크로시스티스(*Microcystis*)가 투입된 원수에 알루미늄규산나트륨 단독 처리 후 조류제거 효과를 확인하기 위하여, 마이크로시스티스(*Microcystis*)가 투입된 원수에 알루미늄규산나트륨( $Al_2O_3$  5 wt%,  $Na_2O$  15 wt%,  $SiO_2$  10 wt%) 투입량을 달리한 실시예 12-1 내지 12-6을 처리한 후 상기 실험예 10-1과 동일한 방법으로 탁도 및  $KMnO_4$  소비량을 측정하였으며 그 결과를 하기 표 22에 나타내었다.

표 22

구분	실시예 12-1	실시예 12-2	실시예 12-3	실시예 12-4	실시예 12-5	실시예 12-6
탁도(NTU)	1.72	1.59	1.38	1.26	1.00	0.945
$KMnO_4$ 소비량 (mg/L)	5.16	4.98	4.74	4.53	4.31	4.11

[0170] 그 결과, 상기 표 22에 나타난 바와 같이 알루미늄규산나트륨의 투입량을 증가시킬수록 탁도가 낮아지고  $KMnO_4$

소비량이 감소하였으며, 이로써 알루미늄규산나트륨이 미트로시스티스를 효과적으로 응집 침강시켜 수질을 정화함을 알 수 있었으며, 실시예 12-6이 가장 탁도를 크게 개선시켰는 바, 원수 조류 제거를 위해 알루미늄규산나트륨을 단독으로 투입하고자 할 경우, 30ppm을 처리하는 것이 가장 효율적임을 확인하였다(표 22).

[0172] (2) 미트로시스티스(*Microcystis*)가 투입된 원수에 알루미늄규산나트륨 및 무기응집제를 동시에 처리한 후 조류 제거 효과를 확인하기 위하여, 원수에 투입된 조류만 상이할 뿐, 상기 실험에 10-1과 동일한 방법을 사용하여 미트로시스티스(*Microcystis*)가 투입된 원수에 실시예 13-1 내지 13-6을 처리한 후 탁도 및  $KMnO_4$  소비량을 측정하였으며, 이와 비교하기 위해 비교예 10-1 내지 10-6, 비교예 11-1 내지 비교예 11-6을 각각 처리한 후 탁도 및  $KMnO_4$  소비량을 측정해 하기 [표 23]에 나타내었다.

표 23

구분	탁도	$KMnO_4$ 소비량	구분	탁도	$KMnO_4$ 소비량	구분	탁도	$KMnO_4$ 소비량
실시예 13-1	1.27	4.72	비교예 10-1	1.32	5.53	비교예 11-1	1.83	5.69
실시예 13-2	1.06	4.42	비교예 10-2	1.19	5.26	비교예 11-2	1.62	5.51
실시예 13-3	0.876	4.30	비교예 10-3	0.916	5.08	비교예 11-3	1.46	5.36
실시예 13-4	0.768	4.19	비교예 10-4	0.812	4.91	비교예 11-4	1.37	5.14
실시예 13-5	0.680	4.02	비교예 10-5	0.720	4.73	비교예 11-5	1.15	5.01
실시예 13-6	0.574	3.89	비교예 10-6	0.645	4.56	비교예 11-6	1.03	4.87

[0175] 그 결과, [표 23]에 나타낸 바와 같이 알루미늄나트륨을 처리한 비교예 10-1 내지 비교예 10-6, 20% 수산화나트륨을 처리한 비교예 11-1 내지 비교예 11-6 보다 본 발명의 알루미늄규산나트륨( $Al_2O_3$  5 wt%,  $Na_2O$  15 wt%,  $SiO_2$  10 wt%) 실시예 13-1 내지 실시예 13-6을 처리하였을 때, 탁도 및  $KMnO_4$  소비량 수치가 전반적으로 낮게 나타났으며, 알루미늄규산나트륨 투입량에 비례해 탁도 및  $KMnO_4$  소비량이 감소함을 확인하였다. 따라서, 일반적으로 사용되는 알루미늄나트륨, 수산화나트륨 응집보조제보다 본 발명의 알루미늄규산나트륨을 처리하였을 때 미트로시스티스 조류 제거 및 수질 개선 효과가 우수함을 확인하였으며, 실시예 13-6을 처리하였을 때 탁도가 가장 크게 개선되었는 바, 원수 조류제거를 위해 알루미늄규산나트륨 및 응집제를 병행 처리시 최적용량은 알루미늄규산나트륨 15ppm, 폴리염화알루미늄 15ppm임을 확인하였다(표 23).

[0177] [실험예 11] 알루미늄규산나트륨을 이용한 녹조제거 실험

[0178] 녹조류가 포함되어 있는 원수에 각각 1) 알루미늄규산나트륨( $Al_2O_3$  5 wt%,  $Na_2O$  15 wt%,  $SiO_2$  10 wt%), 2) 알루미늄규산나트륨( $Al_2O_3$  5 wt%,  $Na_2O$  15 wt%,  $SiO_2$  10 wt%) + 폴리수산화염화황산알루미늄( $Al_2O_3$  12.5 wt%), 3) 알루미늄나트륨( $Al_2O_3$  25.0 wt%,  $Na_2O$  19.3 wt%) + 폴리수산화염화황산알루미늄( $Al_2O_3$  12.5 wt%), 4) 20% 수산화나트륨 + 폴리수산화염화황산알루미늄( $Al_2O_3$  12.5 wt%)을 처리하고 20분 후 원수의 플록(floc) 생성 및 침강상태를 관찰하였으며, 그 결과를 도 1에 나타내었다.

[0179] 도 1에 나타낸 바와 같이, 알루미늄나트륨 또는 수산화나트륨을 응집보조제로 사용한 경우보다, 본 발명의 알루미늄규산나트륨 단독 또는 알루미늄규산나트륨과 응집제(폴리수산화염화황산알루미늄)를 동시 투여한 경우 녹조류의 floc 형성이 잘 일어났으며 floc의 침강양이 가장 많음을 육안으로 쉽게 확인할 수 있었다. 또한, 보다 효과적으로 녹조를 제거하기 위해서는 알루미늄규산나트륨 단독보다는 다른 응집제와 함께 사용하는 것이 조류 제거에 탁월한 효과를 얻을 수 있음을 확인하였다(도 1).

[0181] 요컨대, 원수에 본 발명의 알루미늄규산나트륨을 처리해 최고의 수처리 효과를 얻기 위해서는 수처리 원수 성상(상수, 하수, 폐수, 조류등)에 따라 알루미늄규산나트륨의 구성성분의 조성비를 달리해야 함을 실험결과 확인하였으며, 원수 성상에 따른 알루미늄규산나트륨의 최적 조성비를 하기 표 24 정리해 나타내었다.

표 24

[0183]

구분		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (wt%)	Na <sub>2</sub> O(wt%)	SiO <sub>2</sub> (wt%)
상수	저탁도	5	15	0.5
	중탁도	5	15	1
	고탁도	10	20	2
하수	단독	15	20	1
	응집제 병용	20	20	1.5
폐수	산성	25	20	3
	자동차	20	20	5
	제지	20	20	2
호소수	Test1	5	10	5
	Test2	5	15	5
조류	아나베나	10	20	4
	미크로스시스투스	5	15	10
녹조		5	15	10

[0184]

[표 24]에 나타낸 바와 같이, 일반적으로 탁질이 낮은 상수의 경우 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 조성비가 상대적으로 낮을때 응집력이 우수하며, 탁질이 높은 폐수의 경우 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 조성비가 상대적으로 높을때 응집력이 우수하다. 한편, 유기물이 많이 포함된 원수일수록 SiO<sub>2</sub>의 농도가 높아야 수처리 효율이 높다. Na<sub>2</sub>O의 경우, pH 및 제품 제조시 안전성에 영향을 미치기 때문에 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> 농도 및 원수의 pH에 따라 농도 조성이 달라진다.

[0186]

[실험예 12] C 폐수처리장, A 산업폐수, 분뇨폐수 및 일반폐수(80%)+음식물폐수(20%)에 대한 시험

[0187]

C 폐수처리장, 산업폐수, 분뇨폐수 및 일반폐수(80%)+음식물폐수(20%)를 수집하여 이에 대한 정화능을 테스트해 보았다. 각 폐수의 성상 및 시료 투입량, 처리효율은 다음 표에 나타낸 바와 같다. 표 25는 C 폐수처리장 test 결과이고, 표 26은 A 산업폐수 test 결과이며, 표 27은 분뇨폐수 test 결과이고, 표 28은 일반폐수(80%)+음식물폐수(20%) test 결과이다.

표 25

[0188]

	알루미늄규산나트륨		알루미늄산나트륨		수산화나트륨	
	8	13	8	13	8	13
투입량(ppm)	8	13	8	13	8	13
무기 응집제	폴리수산화염 화황산 알루미늄	폴리염화 알루미늄	폴리수산화염 화황산 알루미늄	폴리염화 알루미늄	폴리수산화염 화황산 알루미늄	폴리염화 알루미늄
투입량(ppm)	50	50	50	50	50	50
SS(mg/L)	0.6	1.4	1.1	1.9	1.5	2.4
COD (mg/l)	3.5	6.1	4.2	7.5	4.9	8.3
비고	1) 원수성상 : SS 15mg/l, COD 32.5mg/l 2) 응집제 농도 - 알루미늄규산나트륨 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 1% Na <sub>2</sub> O 15% SiO <sub>2</sub> 0.05% - 알루미늄산나트륨 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 15.0% Na <sub>2</sub> O 19.5% - 20% 수산화나트륨 - 폴리수산화염화황산알루미늄 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 12.5% - 폴리염화알루미늄 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17% 3) 결론 - 알루미늄규산나트륨 투입시 타 응집보조제 투입시보다 우수한 SS (약 49%) 및 COD(약 27%) 처리효율을 나타내었음.					

표 26

[0190]

	알루미늄규산나트륨		알루미늄산나트륨		수산화나트륨	
투입량 (ppm)	200	230	200	230	200	230
무기 응집제	폴리염화알루미늄	저염기성폴리염화알루미늄	폴리염화알루미늄	저염기성폴리염화알루미늄	폴리염화알루미늄	저염기성폴리염화알루미늄
무기응집제 투입량 (ppm)	500	500	500	500	500	500
polymer 투입량 (ppm)	3	3	3	3	3	3
SS (mg/L)	1.8	2.4	2.1	3.0	2.6	3.5
T-P (mg/L)	0.08	0.15	0.13	0.20	0.17	0.26
비고	1) 원수 정상 : SS 1,456mg/l, T-P 18.6mg/l 2) 응집제 농도 - 알루미늄규산나트륨 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 3% Na <sub>2</sub> O 19% SiO <sub>2</sub> 0.5% - 알루미늄산나트륨 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 15.0% Na <sub>2</sub> O 19.5% - 20% 수산화나트륨 - 폴리염화알루미늄 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17% - 저염기성폴리염화알루미늄 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 11.5% 3) 결론 - 알루미늄규산나트륨 투입시 타 응집보조제 투입시보다 우수한 SS (약 31%) 및 T-P(약 46%) 처리효율을 나타내었음.					

표 27

[0192]

	알루미늄규산나트륨		알루미늄산나트륨		수산화나트륨	
투입량 (ppm)	400	430	400	430	400	430
무기 응집제	폴리염화알루미늄	황산알루미늄	폴리염화알루미늄	황산알루미늄	폴리염화알루미늄	황산알루미늄
투입량 (ppm)	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
polymer 투입량 (ppm)	5	5	5	5	5	5
SS (mg/L)	510	650	620	770	720	830
COD (mg/L)	420	540	500	660	610	720
비고	1) 원수 정상 : SS 26,000mg/l, COD 1,180mg/l 2) 응집제 농도 - 알루미늄규산나트륨 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25.0% Na <sub>2</sub> O 19.5% SiO <sub>2</sub> 1.5% - 알루미늄산나트륨 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25.0% Na <sub>2</sub> O 19.5% - 20% 수산화나트륨 - 폴리염화알루미늄 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17% - 황산알루미늄 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8% 3) 결론 - 알루미늄규산나트륨 투입시 타 응집보조제 투입시보다 우수한 SS (약 25%) 및 COD(약 29%) 처리효율을 나타내었음.					


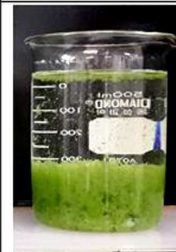


표 28

[0194]

	알루미늄규산나트륨		알루미늄산나트륨		수산화나트륨	
투입량 (ppm)	250	290	250	290	250	290
무기 응집제	폴리염화알루미늄	황산알루미늄	폴리염화알루미늄	황산알루미늄	폴리염화알루미늄	황산알루미늄
투입량 (ppm)	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100
polymer 투입량 (ppm)	5	5	5	5	5	5
SS (mg/L)	260	320	310	390	390	480
T-P (mg/L)	45	58	57	66	64	73
비고	1) 원수 정상 : SS 11,880mg/l, T-P 196mg/l 2) 응집제 농도 - 알루미늄규산나트륨 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 5% Na <sub>2</sub> O 30% SiO <sub>2</sub> 1.0% - 알루미늄산나트륨 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 15.0% Na <sub>2</sub> O 19.5% - 20% 수산화나트륨 - 폴리염화알루미늄 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17% - 황산알루미늄 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8% 3) 결론 - 알루미늄규산나트륨 투입시 타 응집보조제 투입시보다 우수한 SS (약 33%) 및 T-P(약 25%) 처리효율을 나타내었음.					

도면

도면1

응집제	알루미늄규산나트륨	알루미늄규산나트륨 폴리수산화염화황산 알루미늄	알루미늄산나트륨 폴리수산화염화황산 알루미늄	수산화나트륨 폴리수산화염화황산 알루미늄
floc 침강상태				
비고	1) 응집제 농도 - 알루미늄규산나트륨 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 5% Na <sub>2</sub> O 15% SiO <sub>2</sub> 10% - 알루미늄산나트륨 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 25.0% Na <sub>2</sub> O 19.3% - 20% 수산화나트륨 - 폴리수산화염화황산알루미늄 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 12.5%			