

전리이온 정화법



康明詳

《(株)큐21엔지니어링 대표이사》

목 차

1. 개요
2. 원리 및 정화처리 Mechanism
3. 전리이온 정화법의 처리효과 비교
4. 전리이온 정화법의 특징과 처리효율
5. 전리이온 정화법의 적용
6. 전리이온 정화법의 처리계통도

1. 개요

전리이온 정화법이란 일본 MAC 연구소의 丸山外弘(마루야마 소도히로)이 최초로 실용화한 폐수처리 장치로서 전해 부상분리법을 응용한 전기식 폐수처리 장치이다. 전리이온 정화장치는 절연재료로 만들어진 전리이온 정화조와 이조의 하부에 설치된 전극유니트가 있고 전극 사이에 알루미늄 합금의 구상(敎狀)물질이 충전되어 있다. 폐수가 이 전극유니트를 통과함으로 전기 분해작용에 의한 산화, 환원, 분해, 가스발생, 응집 흡착등의 복합작용으로 폐수중의 오차물질을 제거하는 방법이다. 이와같은 전해부상법에 관한 연구와 실용화에 대한 시도는 약 20여년 전부터

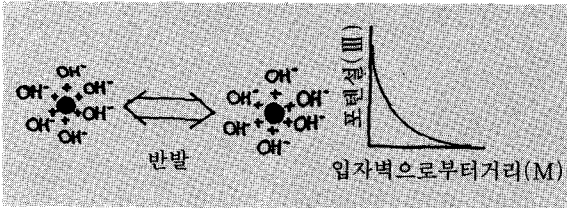
진행되어 왔으며 최근에는 국내에서도 이에 대한 연구가 활발히 진행되고있는 중이다. 전해부상법의 문제점으로서 전극의 산화에 따른 전극 손실과 이에따른 소비전력의 증가 등은 아직까지 국내에서 폐수처리 방법으로서 실용화 하지 못한 가장 중요한 원인이 되었다. 그러나 백금을 주성분으로한 합금전극의 개발로 운전경비의 절감과 가용성 금속 충전제의 전해이온 반응을 이용한 처리효율 향상으로 수중 부유물질은 물론 BOD, COD유분, 색소, 질소, 인 등을 함께 제거할 수 있는 전해부상법의 특징과 다른 폐수처리 방법으로는 수행할 수 없는 많은 장점때문에 앞으로는 전해부상법을 사용한 폐수처리 방법이 급속히 확산될 것으로 전망된다. 이와같이 국제적인 추세에 따라 폐사에서 국내 최초로 전해부상 분리법을 실용화한 전리이온 정화법에 대한 원리와 특징 및 적용 분야 등을 아래에 소개코자한다.

2. 원리 및 정화처리 MECHANISM

(1) 하전의 중화

수중의 콜로이드 물질들은 폐수의 종류 및 부유물질의 종류에 따라 + 또는 -의 일정한 고유

하전을 띠고있다. 이와같이 일정한 하전을 띤 콜로이드 입자들의 해리에서 생성된 H^+ 이나 OH^- 가 정전기적 결합에 의한 전기 이중층을 형성하여 같은 하전끼리의 정전기적 반발력에 의해



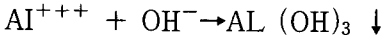
서 상호 응집을 방해한다. 전리이온 정화법에서는 폐수가 양전극사이의 전해실을 통과할때 발생하는 전기적인 교란효과에 의하여 콜로이드물질들의 고유하전을 중화하게된다.

(2) 플록의 형성

고유하전이 중화된 콜로이드 물질들은 정전기적인 반발력이 제거되어 전해실에서 형성된 수산화알루미늄과 응집하거나 전해실에서 유입되기전 응집제 투입에 의하여 형성된 플록에 흡착되어 플록을 형성하게된다.

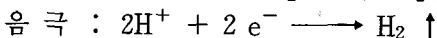
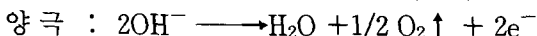
(3) 수산화알루미늄의 생성

전해실에 충전된 알루미늄 합금중 알루미늄 금속은 이온화 경향이 매우 큰 금속이다. 따라서 전기분해시 알루미늄이온(Al^{+++})으로 수중에 용이하게 용출되며 수중에 수산화이온(OH^-)과 반응하여 수산화 알루미늄($Al(OH)_3$)이 생성된다. 이 수산화 알루미늄은 화학반응에 의하여 제조된 수산화알루미늄 보다 활성이 크기 때문에 수중 오탁물질 들과의 응집력이 훨씬 강하다.



(4) 가스 발생

전극 유니트에 전류를 통하면 다음과 같은 전해반응이 양극과 음극에서 각각 일어난다.

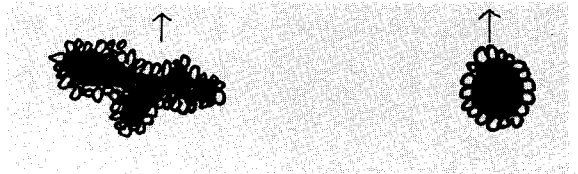


상기 발생하는 산소와 수소기체는 일부가 수중에 용해하기는 하지만 대부분이 기포상태로서 수면위로 상승(상승속도 : $1.5-4\text{cm/SEC}$)된다.

(5) 플록의부상

전극반응에 의하여 생성된 산소및 수소기포는

수면위로 상승되면서 앞에서 형성된 여러가지 모양의 플록에 흡착된다. 이 플록들은 기포의 부착으로 외관비중이 물의 비중보다 적게되어 수면위로 부상된다.



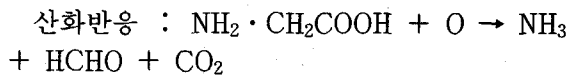
(6) 산화와 환원

가) 전기에너지에 의한 산화 환원

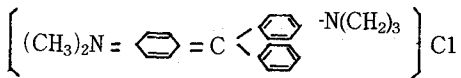
전기 에너지에 의하여 양극에서는 산화반응이 음극에서는 환원반응이 일어나므로 각종 오탁물질들(SS, BOD, COD, 유분, N, P, 색소, 중금속 등)이 제거되는 전기화학적 반응이 매우 복잡하여 구체적으로 규명하기는 어려우나 실제로 전기 화학적 반응에 의한 오탁물질의 제거가 보고된 예가 많이 있다.

나) 산소 및 수소에 의한 산화 환원

전극반응에 의하여 발생하는 산소 및 수소에 의하여 각종오탁물질(SS, BOD, COD, 색소, 유분, N, P, 중금속 등) 들이 산화 환원되어 제거 된다.

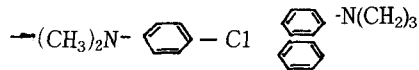


환원반응 :



멜러카아트 그린

*산화형 색소가 환원되어 무색으로 됨



로이코 멜러카아트 그린

(7) 살균

양극에서 발생하는 산소는 산소분자와 발생기 산소로 구별된다. 실제 발생하는 정확한 비율은 측정이 곤란하나 일부 발생하는 발생기 산소는 반응력이 강하여 수중의 미생물을 살균하는 작용이 크다.

3. 전리이온 정화법의 처리효과 비교

(1) 처리방법별 특징 및 처리효과

처리법 항목	BOD	COD	SS	N	P	유분	색도	경비
생물처리법	◎	○	○	△	△	△	×	△
응집침전법	△	○	◎	×	◎	×	○	△
여과법	×	×	◎	×	×	△	×	△
오존처리법	×	○	×	×	×	×	◎	×
활성탄흡착법	◎	◎	◎	△	△	△	◎	×
전리이온법	○	○	◎	○	◎	◎	○	○

◎처리상대최고 ○처리 양호 △처리 보통 ×처리 안됨

(2) 가압 부상법과 전리이온 정화법의 비교

구분	전리이온 정화법	가압 부상법
부상방법	전기분해에 의하여 발생하는 미세기포를 플록에 부착시켜 부상하는 방법	공기를 3~5atm으로 압축한 수에 용해시킨후 상압으로 환원할때 석출하는 기포를 사용하여 부상하는 방법
장치의 크기	小 (가압부상법의 1/2정도)	大
응집제사용량	小	大
전력 소모	전기 분해시 전력소모 (0.04 KW / m ³)	가압수 (원수량의 약 30%) 펌프 및 공기압축기 가동에 따른 전력 소모
기포의 성상	수소기포 : 10~30μ 산소기포 : 20~60μ	공기기포 : 100~150μ
처리 효과	부상분리에 따른 부유고형물 (SS)은 물론 BOD, COD, N, P, 유분, 색소, 중금속 이온의 제거와 살균, 탈취 등의 효과	부상분리에 따른 부유고형물의 제거와 약간의 BOD, COD, P의 제거

(1) 수중 부유물질의 효과적인 제거

응집 침강법에서는 비중이 물의 비중1에 가깝거나 미세한 콜로이드 물질들은 침강처리가 곤란하다. 그러나 전리이온 정화법에서는 이러한 침강처리가 곤란한 오탁 물질들도 신속하게 완전히 처리할 수 있다.

(2) 전기화학적 효과

가압부상법은 일반적으로 응집 부상에 의한 수중 부유고형물의 제거가 주요효과인데 비하여 전리이온 정화법은 전극의 복합적인 전기화학적 반응을 이용하므로써 수중의 SS, BOD, COD, 유분, 질소, 인, 색소 등 각종 오탁물질까지도 제거할 수 있다.

(3) 살균효과

전기분해시 양극서 발생하는 발생기 산소는 수중의 일반세균, 대장균 등의 세균을 멸균하는 작용이 크다.

(4) 탈취 탈색 효과

전기분해시 전극에서 일어나는 각종, 산화, 환원반응과 양극에서 발생하는 산소의 산화력으로 취기성분과 발생물질들을 분해하므로써 탈취 및 탈색 효과를 얻을 수 있다.

(5) PH 중화 효과

폐수의 수질에 따라 다소 차이가 있지만 대부분의 약산성 또는 약알칼리성의 폐수는 중화약품을 사용하지 않고도 전해반응시 일어나는 중화반응으로 인해서 폐수를 중성부근까지 중화하는 효과를 갖는다.

(6) 처리효율 상승

일반적인 부상분리에 있어서 부상분리 효율은 부상분리에 사용되는 기포경이 작을수록 부상효과가 상승된다. 따라서 가압부상 분리법에서 발생하는 기포의 크기는 100~150μ인데 비하여 전리이온 정화법에서 생성되는 기포의 크기는 10~60μ이므로 부상효율이 높다.

(7) 슬러지 발생감소량

응집 침전 및 가압부상법에 비하여 응집제의 첨가율이 낮고 슬러지의 발생량이 적다.

(8) 설치면적이 작다.

장치의 COMPACT화가 가능하므로 설치면적이 작다.

(9) 운전관리 용이

운전의 자동화가 용이하며 타처리 법에 비하여 운전관리가 간편하다.

(10) 전극의 수명이 길다.

특수 합금의 전극을 사용하므로 전극수명이 5년 이상이고, 반영구적으로 사용가능하므로 전

극 교체시기가 장기간이다.

(11) 수질 변화에 대한 적응력이 양호

전리이온 정화법에서는 수질변화에 따라 전압 조절에 의한 전류밀도의 조절로 처리 효율이 증가됨으로서 폐수의 안정처리를 도모하기가 쉽다.

5. 전리이온 정화법의 적용

(1) 적용 업종

가. 수산물 가공, 유제품가공 등의 식품가공 공장폐수

나. 오수, 하수 및 유기성폐수

다. 염색폐수

라. 활성슬러지 농축

마. 의약품 및 병원폐수

바. 기타폐수

(2) 적용 용도

* 하기 DATA는 일본 현지에서 발생된 원수로 실험한 결과로 국내 원수와는 차이가 있으며 원인은 확인이 안되었음.

가. 고도 및 완전처리

폐수의 수량이 적고 오염물질 부하가 비교적 적은 유기성 폐수에 적합하며 운전 COST는 높아지나 안정된 처리가 가능하다.

1) 식품가공 폐수의 완전처리 수질 DATA

구 분	PH	BOD (PPM)	COD (PPM)	SS (PPM)	N-HEX (PPM)	T-N (PPM)	T-P (PPM)	대장균 (PCS)	색 상
원 수	6.3	134.5	82	83	92	42.5	26.2	1.2×10^3	담황탁색
처리수	7.3	6.5	7.4	3.8	1.0	5.5	0.2	0	무색투명
제거율%	-	95.1	90.9	95.4	98.9	87.0	99.2	-	-

나. 생물 처리전의 전처리

전극유닛내에 알미늄 합금의 충전물이 필요 없이 전극만을 설치하여 대부분의 수중부유물과 BOD, COD, 유분, N, P, 등의 50%이상을 제거함으로써 후처리인 생물처리 시설의 규모를 적게 하며 생물처리의 안정화를 도모한다.

1) 식당폐수 전처리 수질DATA

구 분	BOD (PPM)	COD (PPM)	SS (PPM)	N-HEX (PPM)	T-N (PPM)	T-P (PPM)
원 수	500	550	500	170	40	5
처리수	200	165	100	17	22	0.5
제거율%	60	70	80	90	45	90

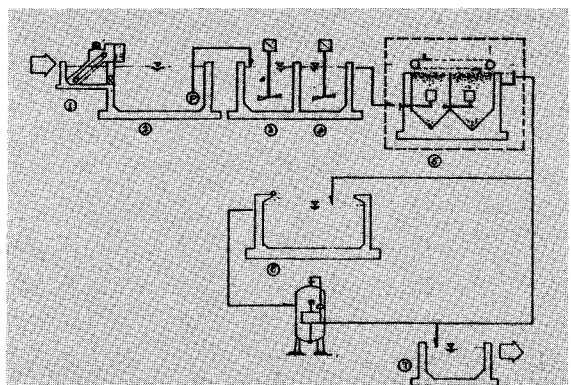
다. 각종폐수처리후의 고도처리

기존 폐수처리장의 처리수질을 향상하기 위하여 기존 처리장에서 방류되는 처리수를 전리이온 정화법으로 재처리 하거나 새로운 배출 허용기준이 제정되어 방류 수질을 향상하여야 할 경우 등에 사용되어질 수 있다.

1) 분뇨 2차 처리수의 고도처리 수질 DATA

구 분	PH	BOD (PPM)	COD (PPM)	SS (PPM)	N-HEX (PPM)	T-N (PPM)	T-P (PPM)	대장균 (PCS)	색 상
원 수	6.2	25	29	15.2	3.4	11.4	11.2	2.7×10^5	담 황 색
처리수	7.2	4.2	5.3	2.5	1.0	1.5	0.15	0	무색투명
제거율%	-	83.2	81.7	83.5	70.5	86.8	98.6	-	-

6. 전리이온 정화법의 처리 계통도



1. 스크린조(직경 2^{mm} 이상 협잡물 제거)
2. 집수조(유량조정 및 수질의 균일화)
3. 약품투입조(PH 조정 및 약품혼화)
4. 용집조(FLOC성장 및 거대화)
5. 전리이온 정화조(FLOC부상 및 전극발생)
6. 고도처리조(활성탄 흡착 및 생물학적 고도처리)
7. 계량조(폐수방류량 측정)