



전병준

(주)프라이텍인터내셔널  
기술영업부장

# 효율적이고 안정 관리를 위한 산업폐수 처리기술<28>

## 목 차

### 1. 산업폐수 처리를 위한 기초 개념

- (1) 현탁 입자의 제거방법
- (2) 슬러지의 침전 부상처리
- (3) 용해성 물질의 제거방법
- (4) 저농도 유기물의 제거방법
- (5) 무기성 오염물의 제거방법

### 2. 석유화학 공장의 폐수처리

- (1) 정유공장의 폐수처리
- (2) 일반 석유화학 공장의 폐수처리

### 3. 제지·펄프공장의 폐수처리

### 4. 합섬·염색공장의 폐수처리

### 5. 식품공장의 폐수처리

### 6. 제철·철강공장의 폐수처리

### 7. 하수·위생처리장의 폐수처리

### 8. 특정 오염물질의 처리기술

### 9. 폐수처리 신기술에 대한 이해

### 10. 폐수 재활용 기술과 안정관리

#### 4-2) 촉매소각법

촉매 소각은 연소기 내에 충전되어 있는 촉매가 연소에 필요한 활성화에너지를 낮춤으로서 비교적 저온에서 연소가 가능하도록 하는 연소방식으로 대개 직접소각의 경우 연소실의 온도를 800~900℃를 유지하여야 하나 촉매를 이용하면 온도를 300~400℃로 낮출 수 있다.

따라서, 촉매산화에 소요되는 연료비의 Cost saving이 가능하다.

촉매 산화공정에 사되는 전형적인 촉매로는 백금과 팔라듐, 크롬, Cobalt, Copper 등의 금속산화물이 포함된다. 촉매의 평균수명은 2~5년이나, 저해물질(inhibitors)이나, 분진에 의한 막힘, 그리고 열노화(thermal aging) 등에 의해 촉매활성이 떨어질 수 있으며, 형태는 단일체(monolithic) 혹은 구형(bead)의 형태를 갖춘 촉매가 연소기 내에 사용되는 것이 일반적이다. 촉매의 수명을 연장시키기 위해서는 방해물질이나 분진을 주기적으로 제거해 주어야 한다.

한편 최근에는 일정한 중·저농도를 유지할 경우에도 보조연료 없이 운전이 가능한 축열식 촉매소각공정(Regenerative Catalytic Oxidation, RCO)이 개발되어 소개되고 있다.

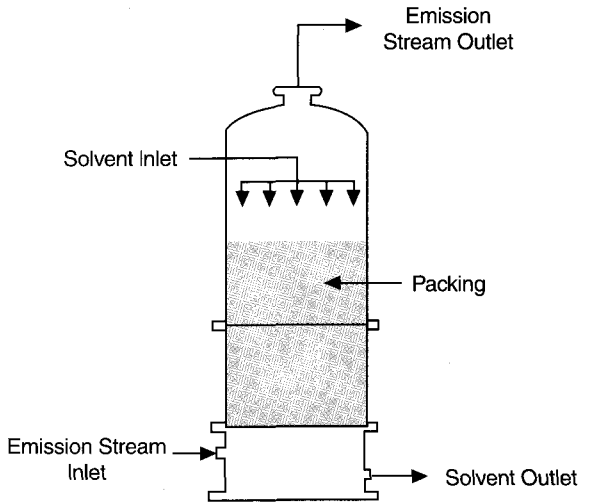
#### 4-3) 흡착법

흡착법은 가스 중의 VOC화합물 분자가 고체흡착제와 접촉하여 분자간의 약한 힘(Vandeer Vaals Force/Hydrogen bond)으로 결합하는 과정을 일컫는다.

흡착제로 가장 보편적으로 사용되는 것은 활성탄이며, 이는 「활성탄이 물과 잘 섞이지 않는 용제에 대해서는 흡착성이 큰 특징」을 이용한 것으로서 이미 전술한 특정유해물질의 처리에서 살펴본 바와 같은 원리를 이용한 것이다.

일반적으로 입상 활성탄이 표면적이 넓고 재생이 손쉽다는 장점 때문에 현재 가장 많이 사용된다. 분말활성탄에 비해 질이 떨어져 싸기는 하지만 압력강하가 크고 재생이 불가능하여 사용후 폐기하여야 한다는 단점이 있어 분말을 코팅하여 사용하는 사례가 많으며, 탄소점유를 대체흡착제로 사용하는 경우도 있다.

제올라이트, 수화 실리케이트(hydrous silicate)가 흡착제로도 이용되며, 제올라이트는 약 98℃까지 적용이 가능하며 고비점 용제의 흡착을 수행할 수 있다.



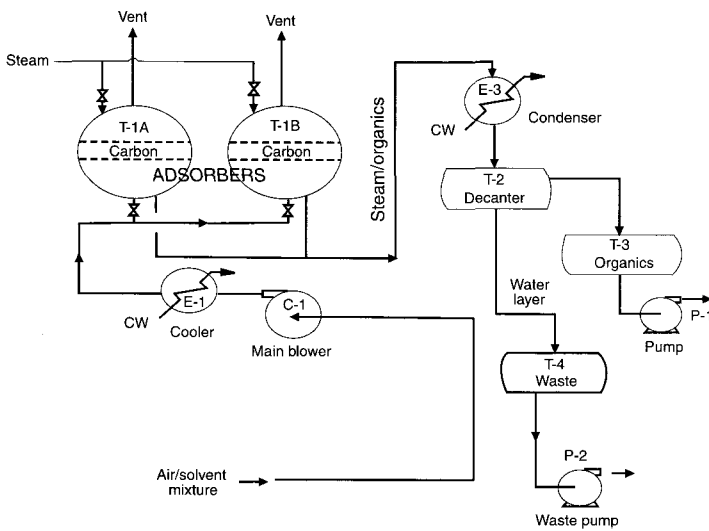
(그림) 향류식 충전층 흡수 공정의 개략도

흡수 혹은 세정이란 VOC를 함유한 기체와 액상흡수제를

교차시켜 VOC가 액상흡수제로 용해시켜 제거하는 방법을 일컫는다. 예를 들어 물은 수용성 VOC를 제거하는 최적의 흡수제이며, 일반적인 설비의 형태는 상부에서 하부로 물과 같은 액상 흡수제가 Spray되고 중단부에 채워진 충전탑(packed tower) 흡수기는 세라믹이나 플라스틱제의 물질을 채워 이 표면에서 흡수가 쉽게 일어나도록 한다. 한편, VOC물질은 Bottom부에서 상단부로 통과하면서 Cross-counter (counter current)의 흐름을 갖는다.

이 형태의 흡수기는 액상과 기체의 접촉시간이 매우 짧기 때문에 대부분의 VOC 제거에 적당하지는 않다. 단지 SO<sub>2</sub>나 NH<sub>3</sub> 같이 용해도가 높은 가스에만 적용된다.

벤츄리세정기(venturi scrubber)는 VOC 함유가스와



(그림) 재생형태의 고정층 탄소흡착 공정의 개략도

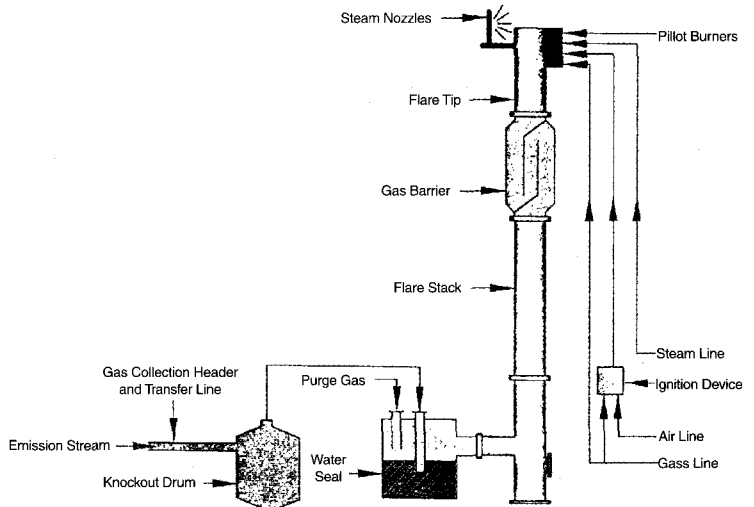
- 자료발췌 : 박성복-대기환경 및 용매수처리/2001

4-4) 흡수 세정법

액상흡수제가 벤츄리 노즐의 목에서 접촉 하므로써 VOC가 제거되는 원리를 갖는다. 이 형태도 액상과 기상의 접촉시간이 매우 짧기 때문에 대부분의 VOC 보다는 용해도가 높은 가스의 제거에만 적당하다.

4-5) 응축법

응축은 상식적인 내용과도 같이 가스 흐름의 온도를 정압상태에서 떨어뜨리거나 정온상태에서 가압하거나 혹은 두 경우를 조합하므로써 처리하는 방법이다. 적용되는 일반적인 응축기는 표면형(surface)과 직접접촉형(direct contact)이다. 표면형은 일반적으로 tube형의 열교환기인데, tube 내로 응축제가 흐르고 tube 밖으로는 VOC 함유가스가 흘러 전열되므로써 응축된다. 접촉형은 찬 액체를 가스흐름 내로 직접 분사함으로써 VOC를 차게 하여 응축시키는 방법이며, 응축제로는 냉각수, brine 용액, CFCS, 그리고 cryogenic 유체 등이 사용된다.



(그림) 수증기형 flare 공정의 개략도

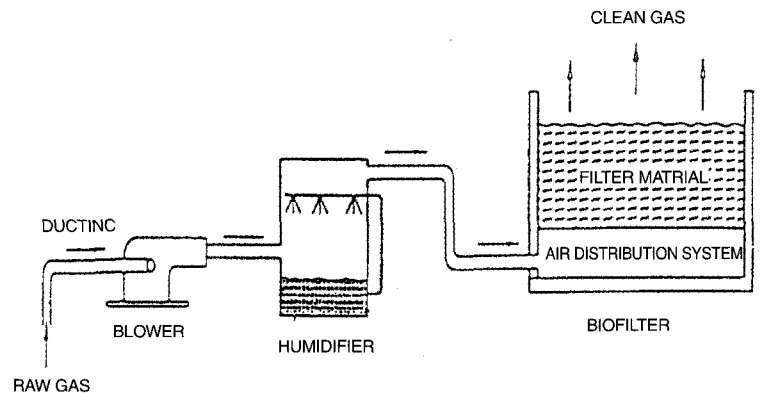
header를 통해 유입되면 knockout drum을 통과시켜 수분과 유기액적(Oil Residue)을 제거한 후 water seal과 stock seal을 통과시켜 가스상으로 Purge시켜 VOC를 연소시키는데, 열원이 부족하면 natural gas와 같은 부가연료를 넣어주게 된다.

4-6) Flares 연소법

Flares는 연소장비 중의 하나로 석유화학공장과 같은 산업 설비에서 주로 사용되는 설비로서 공정의 비이상적인 작동시 비상용으로 사용되거나 때로는 VOC제거에 도움을 주는 경우도 있다. 석유정제와 같은 몇몇 공정에서는 flares가 주로 VOC 제거용으로 사용된다.

VOC함유한 폐가스가 collection

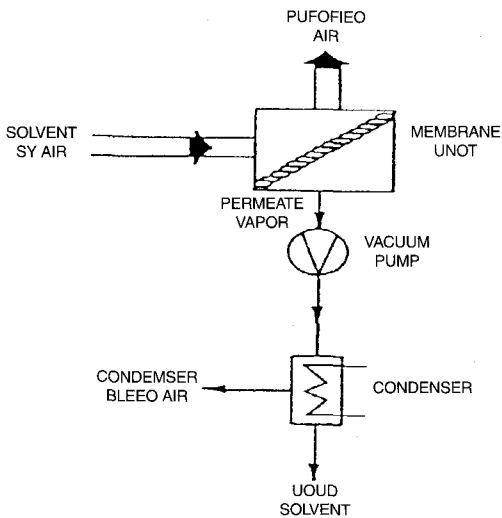
4-7) 생물막법(Biofiltration)



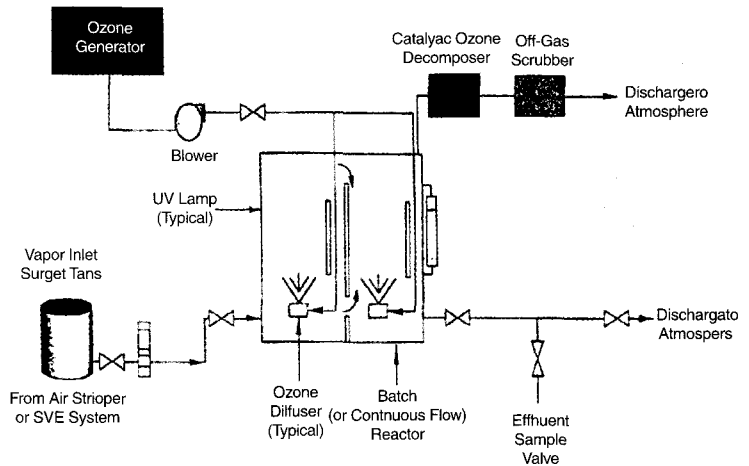
(그림) 노출형 단일층 생물막 공정의 개략도

생물막법은 미생물을 사용하여 VOC를 이산화탄소, 물, 그리고 염(Salt)으로 전환시키는 방법을 말하는 것으로서 처리공정은 생물막, bioremediation, bioreclamation, 생물처리 등을 포함한다. 이들 중 생물막이 악취제거기술로 효과적이라는 것이 판정된 후에 타당성 있는 VOC 제어기술로 부각되고 있다. 생물막은 토양이나 퇴비층을 사용하여 그 안에 담겨 있는 미생물이 VOC를 무해한 성분으로 바꿀 수 있는 것에 착안한 것으로 VOC 농도가 낮을 경우에 운전비용이 작다는 장점이 있어 유용하게 적용될 수 있으나 전체 공정 설비가 대기 중에 노출될 수도 있고 동시에 처리 효율등의 실제적인 검토를 필요로 한다.

4-8) 막처리법(Membrane treatment method)



[그림] 막처리 공정의 개략도



[그림] UV 산화기술 공정의 개략도

막처리법은 주지의 사실과도 같이 순수(Pure water)를 제조하거나 의약품등의 농축 공정에 이용되던 UF(Ultra filter) 또는 RO(Reverse Osmosis)와 같은 분리막을 응용하여 VOC물질을 제거하는 기술로서, 최근에는 대기중의 VOC를 제거하는 기술로 응용되고 있다. 막기술은 회수가 어렵던 염화탄화수소, 염화불화탄소, 그리고 수염화불화탄소 등을 농축시켜 회수하는데 효율적인 것으로 알려지고 있으나 다양한 VOC물질이 혼재되어 있는 경우에는 운전이나 실제 적용에는 상당한 어려움이 있을 수 있다.

4-9) 기타의 처리방법 (UV산화법, 오존산화법)

오존, 과산화물, OH 및 0-라디칼 같은 산소를 기본으로 한 산화제를 사용하여 UV 빛이 존재하는 상태에서 버츱시켜 VOC물질을 산화시키는 방법으로서 일반적으로 낮은 VOC농도에서는 적용이 가능하나 고농도의 경우에는 안정적인 처리효과를 얻기가 어려운 특징이 있다.

5) VOC처리방법의 결정을 위한 고려인자

VOC 처리방법의 결정 시에는 VOC의 주요 물질 및 발생량과 제거효율 초기투자 및 운전비용 등을 고려하여야 하며, 배출특성 및 경제성, 현장상황을 고려하는 것이 중요하다.

선정시 고려할 주요한 사항은 다음과 같은 것들로 요약될 수 있다.

1) 유틸리티의 조건과 유지의 난이도

2) 초기 투자비 및 처리 효율

3) 2차 환경영향성

4) 전처리 필요여부

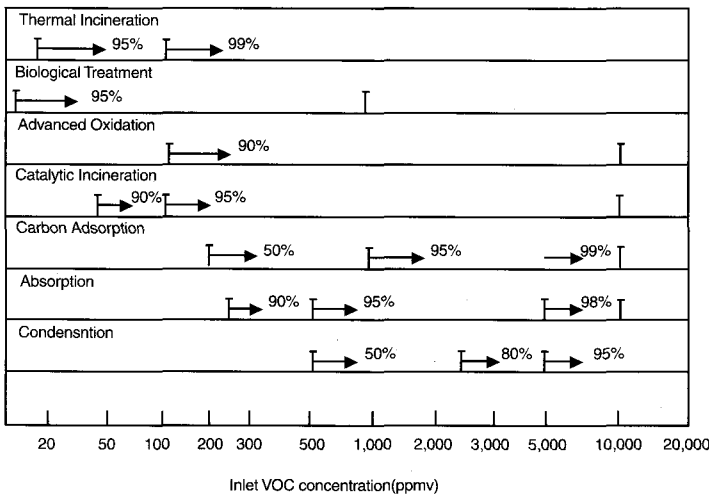
이와함께 실제 현장의 적용검토에 필요한 각 처리 방법별로 적용이 가능한 VOC물질과 주요 배출원에 대하여 하기표에 나타내었다.

<표> 기술별 적용가능한 배출원

VOC제거기술	배출원				
	Process vent	Storage Tank	Wastewater Operation	Transfer Operation	Fugitives*
직접소각	×	×	×	×	
축매소각	×	×	×	×	
흡착	×	×			
흡수	×	×		×	
응축	×	×		×	
Flaring	×	×	×	×	×
Boiler/Process heaters	×				
생물막	×		×		
막기술	×			×	
UV산화	×	×	×	×	×

<표> 기술별 적용가능한 배출원

VOC제거기술	VOC 종류				
	Aliphatic HC	Aromatic HC	Halogen HC	Alcohols, etc.	Ketones, etc.
직접소각	×	×	×	×	×
축매소각	×	×		×	×
흡착	×	×	×	×	
흡수				×	×
응축	×	×		×	×
Flaring	×	×		×	×
Boiler/Process heaters	×	×		×	×
생물막	×	×		×	×
막기술	×	×	×	×	×
UV산화	×	×	×	×	×



[그림] 기술별 처리가능 VOC 농도의 범위

- 자료발췌 : 박성복-대기환경 및 용폐수처리/2001

### 차. 미세 오염물의 제거와 재활용

폐수의 재활용은 많은 부분에서 검토되고 시도되어 왔지만, 한편으로는 많은 투자에도 불구하고 시행착오를 겪어온 여러 경우를 볼 수 있는 대단히 어려운 부분중의 하나로 인식될 수 있다.

한편, 용수의 부족과 Reuse의 요구는 폐수 발생량의 축소와 함께 많은 부분에서 갈망되는 것이나 현실적으로는 Pinch technology(비교적 오염도가 낮은 배출수를 다소 오염도가 존재해도 용수로 사용이 가능한 부분에 재활용 하도록 하는 요소 기술)정도로 국한되어 적용되는 것이 현실이다. 따라서, 최근 산업체에서 요청하는 수중의 미세 오염물의 제거와 재활용

기술에 대해 간략히 정리하고자 한다.

### 1) 미세 오염물의 분리기술

용·폐수처리에 있어 오염물의 분리는 가장 궁극적인 처리 목적에 해당되며 이를 위해서는 오염물질의 물리 화학적 특성들을 이용하여 이들 특성에 적합한 처리방법이 채택되게 된다. 용·폐수 처리방법중 가장 일반적인 방법인 응집처리나 활성오니 처리법에 대해서는 전술한 바와 같으나 기타의 특수한 방법들은 《표》와 같이 분류될 수 있으

특히, 물속에 존재하는 각종 오염물들을 제거하는 경제적 비용은 처리 방법을 결정하는 중요한 인자가 되므로, 처리수의 목적 수질이 어느 정도인가에 따라 경제성과 대비하여 처리공법도 결정되어야 하며 Reuse를 위한 목표수질에 알맞기 위한 처리방법의 처리효율과 경제적 비용의 검토는 반드시 이루어져야 한다.

방류가 가능할 정도로 처리되었거나 오염도가 낮은 배출수를 재활용하기 위해서는 우선 사용될 공정의 요구수질이 어떠한 물질을 제거하여야 가능한 것인지의 방향이 설정되어야 한다.

《표. 분리기술의 종류》

방법	특징	주용도
흡수·흡착	· 활성탄과 같은 다공성 여재들 사용	용제성분 제거
원심 분리	· Centrifuge에 의한 원심력 이용	고밀도 물질의 분리 추출
응결·응집	· 응집제에 의한 입자경 증가로 분리 촉진	일반산업 폐수 처리
응축(Condensation)	· 증기의 응축에 의한 순수제조	알콜 정제
투석(Dialysis)	· 반투막에 의한 농축분리	해수(海水)의 정제
전기 영동	· 이온성 물질의 분리	염소제조공정, DNA 분리 등
여과(Filtration)	· 현탁성 조대입자의 제거	모래여과기(Sand filter)
침전 부상처리	· 가장 일반적인 현탁입자의 제거방법	산업폐수처리, 오폐수처리등
중력침강 (Gravity settling)	· 밀도가 큰 물질의 제거	광석의 침전처리
이온교환 (Ion Exchange)	· 이온교환체에 의한 이온성 물질의 흡착 제거	순수제조, 연수제조
막투과 분리 (Membrane Permeation)	· 순수 성분의 물리적 강제분리 대용량 처리 가능 · 초기 투자비가 큰 문제	순수제조, 해수정제

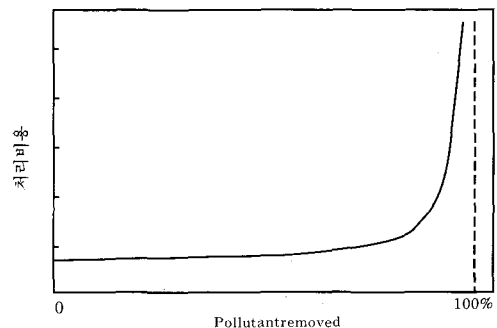
제거되어야 할 미세 오염물이 현탁성 입자가(SS)가 주체가 될 경우에는 우선적으로 현탁성 물질의 크기에 따라 적절한 여과(Filtration) 방법이 채택될 수 있다. 여과처리는 고전적인 방법이나 가장 기본적이고도 응용가능성이 높아 오늘날에는 물 분자보다도 작은 공극을 갖는 여재를 사용한 여과방법으로까지 발전하게 되었다.

특히, reuse Water의 용도에 따라 제거해야 할 수종의 오염물은 잡용수 용도의 경우에는 비

며, 이들은 각각 다음과 같은 특징을 갖는다.

이들 처리 방법들은 수중에 존재하는 각종 오염물 성분들의 물리 화학적 특성에 따른 것이다.

주지의 사실과도 같이 오염물들은 크게 부유성 물질(Suspended Solid)과 용해성 물질(Soluble Material)로 분류될 수 있으며 부유성 물질은 적절한 여과제에 의하여 제거될 수 있다는 기초적 사실이 응용, 발전되어 공업적으로 적용되고 있다.



〔그림. 처리비용과 제거율의 관계〕

교적 간단히 Active Carbon 등에 의해 처리가 가능하지만, 공업용수 용도일 경우에는 제거해야할 오염물이 주로 이온인 경우가 대부분이 되게 된다.

이온은 물보다 크기가 작고 선택적인 제거가 현재의 기술로는 대단히 어려운 문제가 된다.

또한 모든 이온을 제거하기 위해 도입되는 이온교환 방법이나 역삼투막의 방법을 적용하는 경우에도 이온량이 많은 폐수를 처리하기 위해서는 과도하게 짧은 재생주기나 막 공극의 폐쇄가 문제될 수 있으므로 재처리 방법을 선정할 때는 처리대상 수질에 대한 검토와 함께 목표 수질에 대한 검토 역시 중요한 문제가 된다.

2) 부유 입자의 제거

미세 오염물중의 입자 제거를 위해 현재 신기술로 소개되는 방법들 중 일부는 재래의 기술로 인식되고 있는 응집처리법을 응용하는 방법으로서 대표적으로는 Gelclear(Media-filter의 일종으로서 수지표면에 양전하를 코팅하여 부유입자의 음하전를 하전중화시켜 자체의 중력을 이용하여 분리제거)와 같은 와 같은 방법들이 있다. 이러한 방법은 이온교환의 흡착과 부유입자 표면의 하전을 중화시키

는 방법을 Modify된 것으로 해석될 수 있으며, 주로 입자의 밀도가 큰 경우에 적용이 가능하고 부유입자의 농도에 처리수질의 영향성이 큰 한계성이 있으므로 실제 적용을 위해서는 신중한 검토가 필요하다.

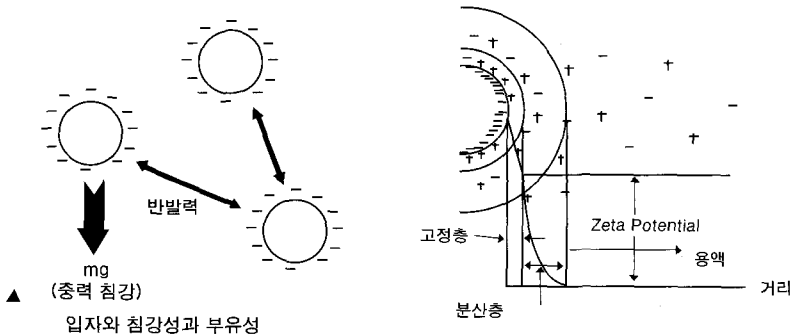
이와 같이 입자 표면의 전하를 중화시켜 반발력을 감소시키고 입자의 크기를 증가시킴으로서 침강속도를 크게 하는 방법은 응집침전의 기본적 개념으로서 요약될 수 있다.

또한, 응집처리를 위해 사용되는 응결제(Coagulant)로는 알루미늄과 철염 등이 대표적이며 응집제(Flocculant)로는 Poly-acrylamide계 고분자 응집제가 적용되고 있으며, 응결제의 투입으로 인하여 현탁입자의 제거 효과를 얻게 되지만, 응결제에서 발생하는 이온(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>)이나 색도는 상대적으로 증가하게 되어 Reuse의 용도를 제한시킬 수 있게 되므로 과도한 응결제의 투입은 지양되어야 한다.

3) Reuse를 위한 용해성 미세 오염물의 제거

Reuse를 위해 미세오염물을 제거할 경우 미세입자 이외에 수중의 용해성 오염물이므로, Reuse를 위해서는 목적 용도에 적합하기 위해 여타의 용존이온을 추가로 제거하는 노력이 필요한 것이 일반적이다. 수중의 각종 오염물의 종류별 크기와 이들을 제거하기 위한 처리방법들을 [그림]에 나타내었다.

이들을 참고로 하여 처리후의 예상수질에 대한 검토를 실시하여 가장 안정적인 방



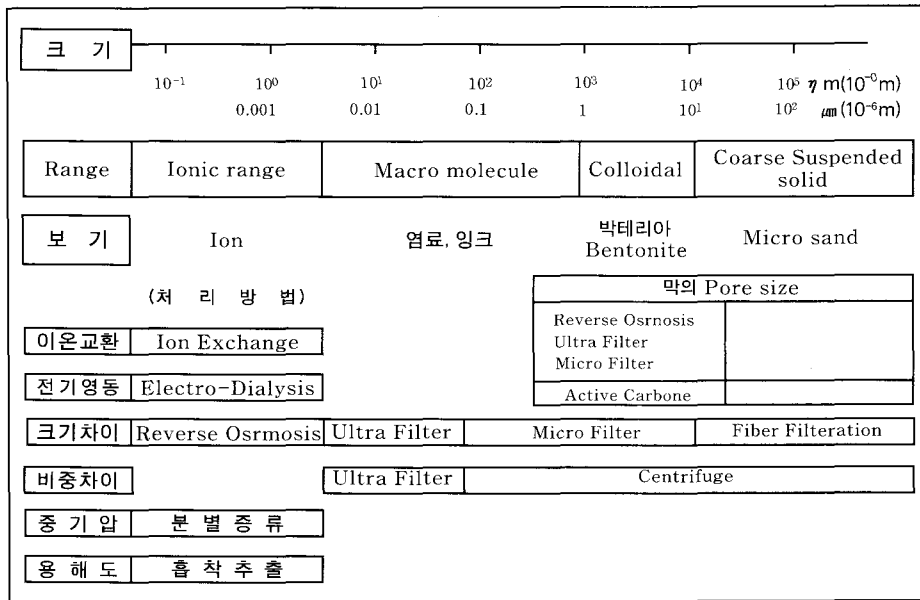
▲ COLLOID와 POTENTIAL 관계 (그림. 입자표면 전하개념도)

법의 검토가 일차적으로 필요하며, 이와함께 투자비용 부지의 조건 등 세부적인 사항이 필요하게 되므로 보다 광범위한 부분으로 확대시켜 볼 필요가 있다.

폐수의 Reuse를 달성하기 위해 해결해야 하는 가장 어려운 문제들로는 수중에 존재하는 유기물을 장해 유발이 없게 되는 최소한 농도까지 제거하는 부분과, 용존 이온들

중에서 제거대상 이온만 선택적으로 제거하는 것이 불가능하다는 점이다.

따라서 수중 미세 오염물종의 유기물이나 이온을 제거하기 위해서는 무차별적으로 전체 오염물과 이온을 제거할 수 밖에 없으며 이 경우 채택될 수 있는 방법으로는 중발분리법, 이온교환법, 역삼투막법 등이 있으며, 이들 방법중 중발분리법은 감압증발법을 적용할 경우에도 Energy 소비가 과도하여 적용상 경제성이 없으며, 이온교환법은 도금공장의 Reuse 등에 일부 적용되는 경우도 있으나, 자연 낙하식의 Flow를 갖는 설비 특성 때문에



[ 그림. 각종 오염물질의 크기와 처리방법 ]

Treatment process	Typical effluent quality						
	SS mg/L	BOD <sub>5</sub> mg/L	COD mg/L	Total N mg/L	NH <sub>3</sub> -N mg/L	PO <sub>4</sub> as P mg/L	Turbidity NTU
Activated sludge : granular-medium filtration	4~6	<5~10	30~70	15~35	15~25	4~10	0.3~5
Activated sludge : granular-medium filtration + carbon adsorption	3	<1	5~15	15~30	15~25	4~10	0.3~3
Activated sludge/nitrification, single stage	10~25	5~15	20~45	20~30	1~5	6~10	5~15
Activated sludge /nitrificationdenitrification, separate stages	10~25	5~15	20~35	5~10	1~2	6~10	5~15
Metal salt addition to activated sludge	10~20	10~20	30~70	15~30	15~25	<2	5~10
Metal salt addition to activated sludge + nitrification/denitrification + filtration	<5~10	<5~10	20~30	3~5	1~2	<1	0.3~3
Mainstream biological phosphorus removal	10~20	5~15	20~35	15~25	5~10	<2	5~10
Mainstream biological nitrogen and phosphorus removal : filtration	<10	<5	20~30	<5	<2	<1	0.3~3

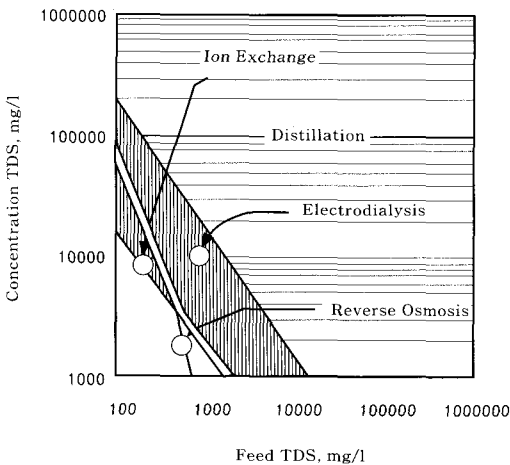
[ 표. 고도처리 복합공정에서의 처리후 예상수질 ]



공업용수 목적의 대용량 처리에는 적용이 사실상 어렵다.

반면, 역삼투막법의 경우에는 고압의 투과압에서 운전되므로 대용량 처리가 가능하여 Reuse의 설비로서 적용 검토가 가능하지만, 실제로는 역삼투막 설비만으로는 Reuse가 사실상 불가능하게 된다.

그 이유로는 Reuse의 Water Source로 사용되는 폐수 처리수에도 대부분 높은 유기물 농도가 잔존되어 있고 이들은 역삼투막을 파손시키거나 미생물 장애를 유발시키는 등 운전자체를 어렵게 만드는 작용을 하고, 또한 폐수자체의 각종 이온과 폐수 처리과정 중 사용된 무기성 이온염에서 유발된 추가적인 이온 성분들은 모두 역삼투막의 공극 폐쇄의 요인이 되기 때문으로서 고농도의 이온성 물질이 포함된 폐수일수록 Reuse를 더욱 어렵게 하는 원인이 된다. 하기 그림에 오염물의 농도별 적합 설비의 선정을 위한 기준표를 나타내었다.



【 그림. 이온제거 방법의 선정과 보급수 이온농도의 관계】

따라서 폐수 Reuse의 가장 바람직한 접근 방법으로는 환경 규제 대상 항목이외의 각종 이온항목을 포함하여 용

존염류가 높거나 운전자체가 어려운 폐수일 경우에는 단순히 현탁입자만을 제거하여 세척수나 야적장 Spray Water 등의 용도로 적용하는 것이 바람직하며, 오염도가 낮은 처리수를 Reuse를 위한 Water Source로 하는 것이 안정운전을 위해 바람직하다.

일반적으로 용존염류를 제거하는 Reuse 방법으로는 역삼투막법이 채택될 수 있으나, 용존유기물을 제거하는 고도처리 방법으로는 활성탄 흡착이나 Ultra Filter(UF막)법이 채택될 수 있다.

특히, 활성탄 여과법에 의해 쉽게 제거될 수 있는 용존 유기물은 물에 녹지 않고 Colloid 형태로 존재하는 석유류 계통의 유기물들이며, UF막에 의해 제거될 수 있는 유기물은 분자량이 큰 유기물(Macro-Molecule)들이나 점유지해야 할 사실이다.

#### 4) 용해성 미세 오염물 제거를 위한 기타의 방법

용해성 미세 오염물중 낮은 농도임에도 불구하고 Membrane이나 Filter와 같은 설비의 연속운전을 저해시키는 Fouling인자가 되는 것은 분자량이 비교적 큰 점성을 갖는 유기물이 일반적이다.

이러한 유기물은 UF(Ultra-Filter)를 이용하여 부분적으로 농축시켜 제거될 수 있으나, 쉽게 Fouling을 유발시키므로 Active carbon과 같은 전처리를 또다시 필요로 하게 되므로 전체적인 설비의 증가를 필요로 하게 될 수 있다.

따라서, 무차별적으로 유기물을 제거하는 Penton처리법이나 오존산화와 같은 산화력을 이용한 방법들이 검토되어 질수도 있다.

#### 4-1) 염소를 이용한 산화처리

일반적으로 산화력은 산성에서 강한 것으로 알려져 있지

만 수질에 따라 알칼리성에서도 적용 가능하다. 또한 오염 물이 불포화기를 가진 경우 중간생성물에 의해 수질을 악화시킬 위험이 있으므로 유의하여야 한다.

염소는 오존이나 OH free radical에 비해 산화력은 저조하지만 廉價의 산화제로 오래 전부터 쓰여 왔다. 염소는 수중에서 가수분해하여 pH 2이하인 경우  $Cl_2$ 로 잔존하고, pH 3~6에서는 HOCl을 많이 형성하며, pH 7 이상에서는 OCl-로 잔존한다.

때에 따라서는 산화력이 강력한 이산화염소( $ClO_2$ )를 생성시켜 폐놀폐수 등에 적용하는 경우가 있다. 이 경우 이산화염소는 중간생성물인 클로로페놀 등을 생성하지 않으므로 매우 효과적으로 사용될 수 있다.

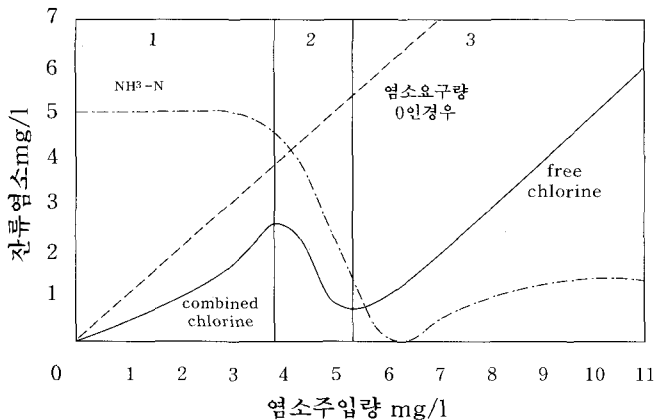
염소처리에는 액화염소를 氣化해 물에 용해시켜 사용하거나, 가성소다액에 용해시킨 차아염소산소다( $NaOCl$ )을 일반적으로 사용하게 된다.

염소가 산화반응에 소비된 후 잔류되는 농도까지 충분하게 투입하여야 효과를 얻을 수 있는데 이 점을 Break point라고 하며, 이 방법을 Break point chlorination이라 한다.

앞의 그림에서 (1)에 해당하는 부분에서는 염소의 주입에 잔류염소의 양이 증가하지만 환원성 물질과의 반응 또는 chloamine을 형성하여 소비되는 구간이며, (2)에서는 chloramine을 파괴하여  $NO$ ,  $N_2$  등으로 변환시키는데 염소가 사용되므로 잔류염소의 양은 급격히 감소한다. (2)구간에서 잔류염소의 양이 가장 적은 점을 Break point라 하며, 이 농도 이상으로 염소를 주입하여야 효과적이다.

우리나라에서는 수도수의 살균에 주로 사용하며, 시안폐수 등의 처리에 주로 적용하고 있다. 수도수의 살균에는 잔류염소 농도로 0.2ppm 가량 사용하며, 시안폐수에는 시안농도의 3배 가량 필요한 것으로 알려져 있다.

우리나라에서는 수도수의 살균에 주로 사용하며, 시안폐수 등의 처리에 주로 적용하고 있다. 수도수의 살균에는 잔류염소 농도로 0.2ppm 가량 사용하며, 시안폐수에는 시안농도의 3배 가량 필요한 것으로 알려져 있다.



다음호에 계속...