

# 화학적 처리방법의 설계 시공 및 시운전 기술

金 億 中

〈태우엔지니어링 환경사업본부〉

## 목 차

- I. 서 언
- II. 화학적 처리 기술의 개요
  - 1. 화학적 처리 방법의 특성
  - 2. 유의사항
- III. 화학적 처리 방법 적용 기술
  - 1. 기초 조사 단계
  - 2. 기본 계획 단계
- IV. 화학적 처리 방법의 공정 설계
  - 1. 중화(Neutralization)
  - 2. 응집(Coagulation, Flocculation)
  - 3. 산화(Oxidation)
  - 4. 환원(Reduction)
  - 5. 이온교환(Ion exchange)
  - 6. 전기투석(Electrodialysis)
  - 7. 살균(Disinfection)
- V. 고도 처리 기술(Advanced treatment technology)
- VI. 공장별 폐수처리 방법
- VII. 결 언

### I. 서 언

환경보전법이 발효된지 7년이 지나 환경보전 분야에 있어서 행정면에서나 기술면에서 많은 발전을 가져왔다고 본다. 기술면에서 보면 국가적으로 관심을 갖은 단계인 70년대는 방치되어온 수질오염 및 대기오염에 대하여 국내 자체에서의 경험 연구와 더불어 해외로부터 새로

운 처리기술을 습득하는데 많은 노력을 경주하였다.

○ 80년대의 중반인 작금에는 많은 공장과 시설에서 배출되는 폐수 폐가스를 포함한 환경오염 물질을 처리 제거하는 기술이 정립된 상태에 도달하였고 각 공장의 환경 담당 기술자에 의해 계속 연구 검토되고 있으며 또한 경험있는 기술인력을 보유한 많은 방지사설업체가 있어 중동이나 동남아시아에 환경보전 기술을 공급내지 수출하는 실정에 있다. 허나 아직도 몇몇 이 분야의 상황을 모르는 인사들은 국내의 기술을 과소 평가하여 쉽게 해결될 수 있는 경우에도 의화를 낭비하는 사례를 볼 때 애석한 바 있다.

수질오염 방지기술의 적용 대상으로는 산업공장의 폐수, 도시하수를 들수 있겠으며 여기서는 특히 문제시되는 산업공장으로부터 기인하는 오염을 제거하는 방법중의 하나인 화학적인 처리방법의 설계시공 시운전관리 기술에 대하여 실례에 배경을 두어 기술하고자 한다.

### II. 화학적 처리 기술의 개요

#### 1. 화학적 처리 방법의 특성

일반적으로 많은 공장 및 사업체에서 오염 물질을 심하게 배출하는 곳으로는 화학물질을 공정중에 사용하거나 부산물로서 공장 밖으로 배출하는 경우가 많다. 이러한 경우는 많은 경우, 산성, 알칼리성을 띠고 고농도의 무기, 유기물질을 함유하고 중금속 농약 그밖에 장기간 분해되지 않는 유독물질이 함유되어 공공수역으로

방류되어 크게 오염시키고 있는 경우가 많이 있는 것도 사실이다.

그러나 대부분의 공장 및 산업체에서 나오는 폐수는 단순하게 한두가지의 성분으로 이루어지는 경우는 드물며 경우에 따라서는 20~50여 화학물질을 복합적으로 다루어야 하는 경우가 많으므로 이를 효과적으로 처리하기에는 많은 지식과 경험이 필요할 것이다.

특히 각종 폐수의 성분, 특성, 발생요인, 배출등 화학적 지식외에 공장 또는 산업체의 공정을 가능한한 많이 파악해 두어야 한다.

그러므로 경험과 지식을 겸비한 설계자와 그 공장 공정에 지식이 많은 실무자와의 협력을 위한 교류가 이루어져야 한다.

더불어 처리방법에 대한 Case study를 경제성과 기술능력에 기초를 두어 많은 검토가 이루어져야 하는 특성을 갖고 있다.

## 2. 유의사항

상기에 언급된 내용에 비추어 다음과 같은 절차에 의해 처리장의 시설이 이루어져야 할 것이다.

일반적으로 산업공장의 폐수는 단순히 몇가지의 처리방법을 적용하여 오염되지 않은 상태의 물로 만들기에는 대단히 어렵고 여러가지 단위조작을 조합하여 계통화하고 계획적으로 처리되어야만 목적하는 바를 이룰 수 있을 것이다.

가. 기본조사 단계

나. 기본계획 단계

다. 설계단계

(1) 기본설계

(2) 시행설계

라. 제작 구매 조달단계

마. 시공단계

바. 시운전단계

사. 정상가동단계

## III. 화학적 처리방법 적용기술 일반기초 사항

화학적 처리 방법의 적용을 위하여 우선 사전에 기본적으로 다루어져야 할 사항이 있다.

○ 기술면의 검토

- 수량, 수질 분석등 기본자료를 활용  
- 가능한 처리 방법을 구상하여 대안별 경제성 검토

- 자체기술 외부 해외기술의 선택 추정

○ 행정 제안 조건 검토

- 환경보전법 제한조건의 검토

- 최근의 행정지시의 조건 검토

- 공장의 현안 검토

이상의 검토를 거쳐 화학적처리 방법이 최선의 대안이라는 종합적인 결론에 도달한 경우 다음 절차에 따라서 처리장을 설계 시공을 거쳐 정상 가동에 도달하는 것이다.

### 1. 기본조사 단계

화학적 처리 방법을 수행함에 있어 첫단계로 기본 조사를 실시한다.

가. 오염원 조사

(1) 오염원별 수질 분석

(2) 오염원별 수량 분석

나. 오염원별 평가 분석

(1) 오염원별 판로별 비교 검토

(2) 오염도 수량의 감소 대안 검토

재생 이용방안 검토

합류 및 분리 검토

다. 공장시설의 공정, 배치 검토

(1) 공장시설의 건설초기에 고려

(2) 변경 가능 시설의 재배치 검토

(3) 재활용성 물질의 최대한 이용

라. PILOT TEST

(1) 처리방안 대안 설정

(2) 대안별 Process Test

마. 종합평가

(1) 기술면의 평가

(2) 경제면의 평가

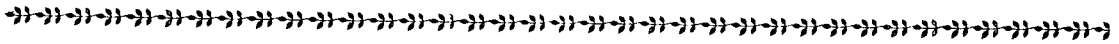
(3) 행정제한 조건면의 평가

(4) 공정 선정

(5) 시설부지 선정

### 2. 기본계획 단계

기본조사에서 조사 분석된 자료에 의한 종합 평가를 하게되고 이 결과에 따라 수행 방안을 확정하여 기본계획에 착수하게 된다.



- 가. 수행시간 계획 작성
- 나. 수행조직 작성
- 다. 수행업무 범위 확정
  - 자사의 업무 범위
  - 외부사의 업무 범위
- 라. 각 분야 Engineering Meeting
- 마. Process 에 따른 주요 기기 비교 검토 후 선정
- 바. Lay Out 비교 검토후 확정
- 사. 수입기기 및 외주기기 조달계획 설정
- 아. 선정된 기기에 대한 Vender 선정
- 자. Spec. Technical Data Collection
- 차. Master plan 확정

이후의 단계인 설계 단계, 제작 구매 조달단계, 시공단계, 시운전 단계, 정상 가동 단계는 本報에서 여러 차례 언급되었고 그 내용 절차는 일반화되어 있음으로 생략키로 하고 Process Design에 대하여 검토해 보기로 한다.

#### IV. 화학적처리 방법의 공정설계

순수한 화학적처리의 시스템 뿐만 아니라 대부분의 생물학적 처리의 시스템에 있어서도 일차처리로서 화학적 처리 방법을 자주 사용하게 되므로 다음의 사항들을 연구 검토해 두어야 하리라 본다.

##### 1. 중화공정(Neutralization Process)

###### 가. 일반사항

공장에서 배출되는 액성은 배출원에 따라 중성, 산성 또는 알칼리성을 띄게 되며 특히 저장조나 혼화조에서 균질화 된 후에 pH에 관심을 두어야 할 것이다. 이때 강산성이나 알칼리성의 폐수는 철, 알루미늄, 금속재료와 콘크리트 구조물등 공장 폐수처리 시설뿐 아니라 기타 시설물을 부식시키거나 위약하게 만든다. 따라서 산성은 알칼리로 알칼리는 산을 중화제로 사용하여 액성을 조절해야 한다.

이때 고려할 사항은 중화시킬때 발생될 수 있는 발열량과 침전물의 생성이므로 그 구조와 위치를 잘 계획해야 할 것이며 또한 응집 침전 처리를 위해 응집제를 첨가할 때 알루미늄염 철염등

은 알맞은 산도에서 각각 응집효과가 좋아지므로 이에 대한 고려도 아울러 처리되는 것이 바람직하다.

###### 나. 중화제(Neutralization Reagents)

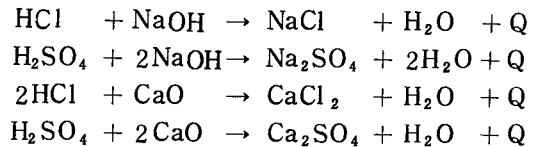
중화제로서는 산성과 알칼리성의 수 많은 약품들이 사용되고 있으며 가능하다면 가까운 지역의 폐산 폐알칼리등을 사용토록 유도함이 가장 경제적이라 생각된다.

###### (1) 산성을 중화하기 위한 약품

다음과 같은 화학약품들이 사용되고 있다.

NaOH	CaCO <sub>3</sub>	Mg(OH) <sub>2</sub>
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
CaO	MgO	Fe

다음과 같은 반응에 의하여 중화하며 중화에 필요한 소요량과 반응 속도 및 발열량에 대해서는 이론적으로는 간단한 수치에 의해 명시될 수 있으나 실제 폐수의 복잡성에 비추어 현장에서 Sampling 하여 분석을 시행하고 Jar Test 등의 시험을 거쳐 Data를 작성하여 운전요령을 터득함이 마땅하다고 본다.



###### (2) 알칼리성을 중화하기 위한 약품

H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HNO <sub>3</sub>
HCl	CO <sub>2</sub>

<표-1> 참조

###### (3) 산의 중화

###### (Neutralization of Acidity)

###### 석회(Lime Alkalies)

산(Acid)의 중화와 pH중화를 위해 가장 많이 사용되고 CaO Ca(OH)<sub>2</sub> 또는 MgO·CaO 로 되어 있다.

중화 반응에 의해 생성되는 많은 Ca염이 불용성이고 미반응 상태이다. 그러한 불용성이 많은 Sludge를 형성하여 탈수나 최종처분에 큰 부담을 주게 되는 것이다. 탈수설비 설계시 고려되어 부담을 갖게 되므로 각종 약품을 사용

〈표-1〉 중화용 약품의 중화역가 (Neutralization Factor)

화학약품명	화 학 식	산도, 알칼리도 CaCO <sub>3</sub> = 1mg/ℓ	중 화 도 (100%순도시)
탄 산 칼 습	CaCO <sub>3</sub>	1.0	1.0 / 0.56 = 1.786
산 화 칼 습	CaO	0.560	0.56 / 0.56 = 1.000
수 산 화 칼 습	Ca(OH) <sub>2</sub>	0.740	0.74 / 0.56 = 1.321
산화마그네슘	MgO	0.403	0.403 / 0.56 = 0.720
수산화마그네슘	Mg(OH) <sub>2</sub>	0.583	0.583 / 0.56 = 1.041
가 성 소 다	NaOH	0.799	0.799 / 0.56 = 1.427
탄 산 소 다	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1.059	1.059 / 0.56 = 1.891
황 산	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.98	0.98 / 0.56 = 1.750
염 산	HCl	0.72	0.72 / 0.56 = 1.285
질 산	HNO <sub>3</sub>	0.63	0.63 / 0.56 = 1.125

함에 따른 탈수기를 비롯한 부대시설의 설치비와 약품 투입비등 운영비에 대하여 경제성이 비교 검토되어야 한다.

#### 소다(Sodium Alkalies)

중요한 중화제로서 NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>를 들수 있겠다. 이 둘은 좋은 수용성을 갖고 있고 취급이 편리하여 자동제어용으로 흔히 사용된다.

산(Acid) 폐수에 대하여 중화하는데 신속한 반응을 보임으로서 효과적이다. 또한 다른 중화제 보다 용해성이 좋으므로 Sludge가 적게 되고 NaOH는 NaCO<sub>3</sub> 보다 강 알칼리(Alkalie)로서 높은 pH 수준을 유지시킬 수 있으나 취급시 접촉에 피부를 손상시킬 수 있으므로 잘 다루어야 할 것이다. 가성소다의 저장은 정상적인 상태라면 약 50% 용액 상태에서 Vertical Cylindrical steel tank를 사용하며 직사광선을 피하고 Insulation이 고려되고 배관과 펌프 열교환기등 부속장치는 가성소다의 부식성과 발열성 때문에 주의 깊게 고려되어야 하며 투입용량을 측정하기 위하여 Volumtric Feeder가 설계, 사용되어야 한다.

#### (4) 알칼리의 중화

##### (Neutralization of Alkalinity)

알칼리성 폐수에 흔히 사용되는 약품으로

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl, HNO<sub>3</sub>가 있다. 황산과 염산은 일반적으로 많이 사용하나 HNO<sub>3</sub>는 유출수의 영양분의 상태를 고려하여 제한한다.

산알칼리 적정(Titration)과 표준산도 측정은 처리되는 폐수의 성질에 따라 상대적으로 다루어져야 한다.

알칼리도(Alkalinity)의 1.0mg/ℓ를 중화하기 위하여 100%의 Acid가 다음과 같이 요구된다.

H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.98mg/ℓ
HCl	0.72mg/ℓ
HNO <sub>3</sub>	0.63mg/ℓ

실제 시중 상품은 황산 약 93% 염산 31% 질산 약 67%까지의 순도가 취급되고 있다.

시스템 설계시에 고려할 사항으로는 산 또는 알칼리의 투입은 폐수의 산도에 따라 정량적으로 또는 일정하게 유량(Flow rate) 또는 산도에 따라 제어장치(Control system)에 의해 투입되어야 한다. 일정량의 Feed system은 폐수의 산도가 균일할 시나 적은량의 투입시에 적용되고 있다. 저장이나 취급은 산의 부식성과 독성에 의해 주의 깊게 다루어져야 하며 저장은 Glass Lining, Rubber Lining이나 비산용 도료를 사용하고 있다. <다음호에 계속>