화학적 처리방법의 설계시공 및 시운전 기술

金 億 中
〈㈜대우엔지니어링 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

5. 이온교환(Ion exchange)

가. 일반사항

점차로 양질의 순수를 다량으로 필요로 하는 공업이 증가하고 있다. 고압보일러나 관류보일러의 급수, 원자로용수, 염화비닐이나 아크릴니트릴등 화학물질의 종합용수, 제약용수등에 다방면으로 사용되게 되었으며 특히 각 공장에서 배출되는 폐수를 종래의 일반과정을 거쳐 처리한 후 재활용하는 방안으로도 채택되어가고 있는 경향을 보이고 있다.

ㅇ 이온교환수지의 약 70 %는 용수처리에 사용되고 있는 실정이며 그 외에는 어떤 물질의 정제 · 추출 · 촉매에 사용되어 오고 있다. 장치면에서는 종래의 고정식에서 이동식(연속이온교환방식)으로 운전방식은 수동방식에서 원격제어방식이나 자동제어방식으로 발전해가고 있으며 처리수의 수질도 ppm단위에서 ppb 단위로 고도화하는 경향이 있다.

나. 이온교환수지(Ion exchange resin, I.E.R)

이온교환수지는 용도별로 일반용, 분석용, 크로마토그라프용, 의약용, 원자력용으로 대별되고 있다. 그 성질상으로 다음과 같이 분류된다.

- 이온교환수지 (I.E.R)
  - 양이온교환수지 (C.E.R)
    - 강 산 성 CER
    - 중 산 성 CER
    - 약 산 성 CER
  - 음이온교환수지 (A.E.R)
    - 강염기성 AER
    - 중염기성 AER
    - 약염기성 AER

이것은 화학결합 형태의 하나인 가교의 정도,

다공성, 내산화성, 산성기 또는 염기성기의 강도, 입도에 따라 분류되는 것이다. I.E.R은 직경 0.5㎜정도의 구형의 수지로 물이나 유기·무기용제에 불용의 고분자 전해질로 되어 있다.
이러한 각종 수지의 선택은 용수나 폐수중에 함유되어 있는 각종 불순물에 따라 적절하게 그 특성에 맞게 이루어져야 하는 것이다.

다. 불순물의 종류에 따른 수지의 선택

처리하고자 하는 원수(또는 폐수)의 성질에 따라 이온교환 수지의 선택은 차이가 나며 원수중에 녹아있는 각종 불순물에 따른 장해현상과 그에 대한 대책과 이온교환수지의 선택은 다음〈표-3〉과 같다.

〈표-3〉 불순물의 종류에 따른 장해현상과 그 대책

불순물의 종류	장 해	대 책
경 도 성 분 (Ca^{2+}, Mg^{2+})	1) 보일러, 열교환기등의 배관에 Scale을 형성하여 열 전도를 나쁘게 하고 장치를 손상시킨다. 2) 염색을 저해 3) NaOH를 용해시킬 때 침전물 생성	○ 표류수에는 적으나 심정호수에 많으며 양이온 교환 수지로 제거할 수 있다.
철 분 (Fe^{2+}, Fe^{3+})	1) 철화합물의 침전으로 수질을 오염시킨다. 2) 염색·가죽가공·제지 화학섬유·브라운관 제조등에 원치않는 변색, 착색을 유발시킨다.	○ 표류수에는 일반적으로 Fe^{3+}가 많고 심정수에는 Fe^{2+}가 많다. ○ 포기, 약품침전, 전해법 외에 이온교환 수지로 제거할 수 있다.
유기질 및 코로이드상 철	장해현상은 위 철분경우와 동일하다.	○ 유기철은 때때로 휴믹산과 결합하여 표류수에 많다. 이온교환수지로 제거키 어려우며 약품침전, 전해법으로 제거할 수 있다.
망 간 (Mn^{2+})	장해현상은 위 철분 경우와 동일하나 흑색 착색을 일으킨다.	○ Mn^{2+}는 대체로 Fe^{2+}와 함께 존재하는 경우가 많고 약품침전·전해법으로 제거할 수 있다.
Na^{+}, K^{+}	관수 농도를 증가시켜 케리오우버(Carry over)의 원인이 된다.	○ 해수은 혼입으로 증가하는 경우가 많으며 양이온 교환 수지로 제거 가능하다.
알 카 리 도 (OH^{-}, CO_3^{2-}, HCO_3^{-})	1) 관수의 기포 형성, 케리오우버 가성화의 원인이 된다. 2) 철강재 부식 3) 물의 pH를 높여 무기산을 중화시킨다. 4) 염색등의 공정조절을 저해시킨다.	○ 일반적인 천연수 중에는 HCO_3^{-}만 존재하고 CO_3^{2-}, OH^{-}는 없다. ○ 심정수는 알카리도가 높은 편이며 음이온 교환 수지로 제거 가능하다.

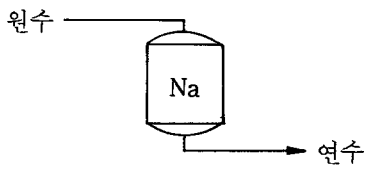
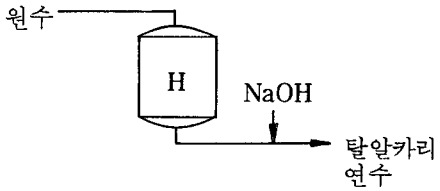
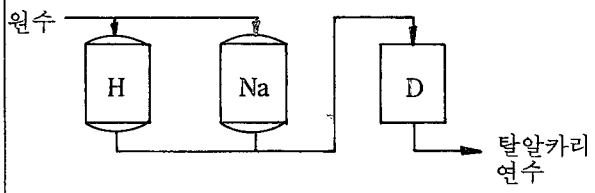
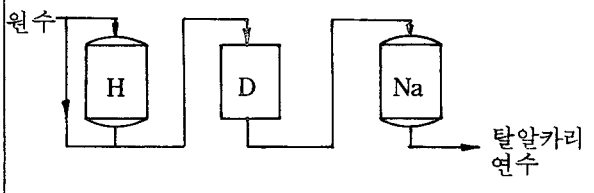
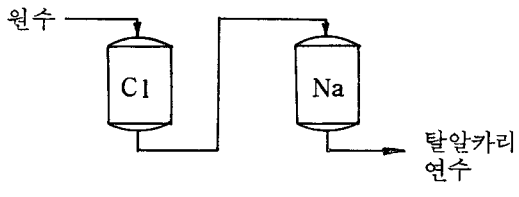
불순물의 종류	장 해	대 책
유리 무기산 (HCl, HNO_3, H_2SO_4 등)	1) 금속재료의 부식	ㅇ 일반적으로 천연수중에는 없고 광산폐수, 공장폐수중에는 함유되어 있다. 음이온 교환 수지로 제거가능하다.
황 산 염 (SO_4^{2-})	1) Ca^{2+}와 결합해서 $CaSO_4$의 Scale을 생성한다.	ㅇ 음이온 교환 수지로 제거 가능하다.
염 화 물 (Cl^-)	1) 부식성을 증가시킨다.	ㅇ 해수 혼입으로 증가하는 경우가 많으며 음이온 교환 수지로 가능하다.
불 화 물 (F^-)	1) 반상균의 원인이 된다. 2) 소량의 경우는 충균방지 역할을 한다.	ㅇ 이온 교환 수지로 제거 가능하다.
유리탄 산 (CO_2)	1) 증기 응축수 그 밖의 수관의 부식	ㅇ 탈기, 표기등으로 제거 가능하다.
유 리 염 소 (Cl_2)	1) 관체의 부식	ㅇ 천연수중에는 존재하지 않고 이온 교환 수지를 서서히 산화시키며 활성탄소로 제거 가능하다.
용 존 산 소 (O_2)	1) 보일러, 열 교환기, 복수관 등을 부식함	ㅇ 지표수에 많으며 대기중의 산소와 평형에 가깝게 흡수하고 있다. ㅇ 동형 음이온 교환 수지로 제거 가능하다.
황 하 수 소 (H_2S)	1) 식품용수로 부적합함	ㅇ 음이온 교환 수지로 제거 가능하다.
실 리 카 (SiO_2, H_2SiO_3)	1) 보일러와 냉각장치에 Scale을 생성 2) 터빈익에 경질의 불용성 침착물을 생성	ㅇ 음이온 교환 수지로 제거 가능하다.
콜로이드 상 실리카	1) 보일러 중에는 가용성이고 위의 실리카와 같은 장해를 일으킨다.	ㅇ 이온 교환 수지로 제거가 난해하다.
유 기 물	1) 관수의 기포 형성 2) 이온 교환 수지를 오염시키는 경우가 많다.	ㅇ Cl형 음이온 교환 수지로 제거되는 경우도 있다.

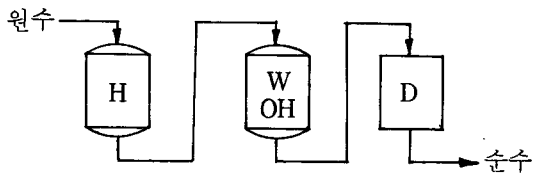
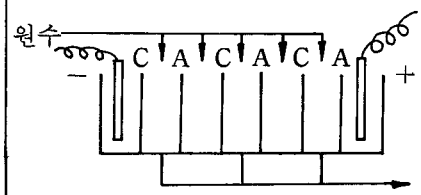
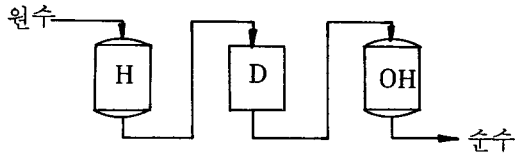
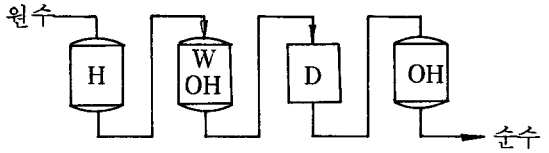
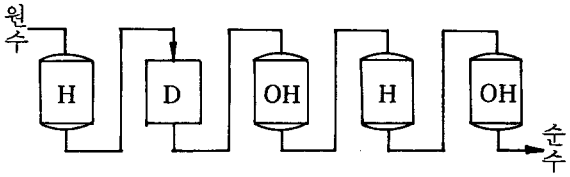
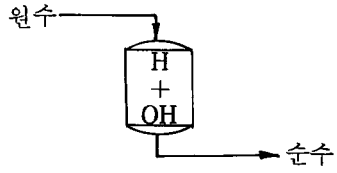
※ 참조 : ㈜ 삼 양 사 자료에 의함.

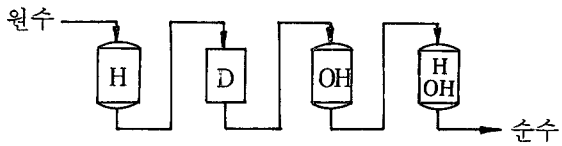
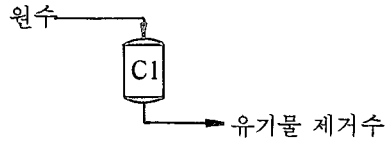
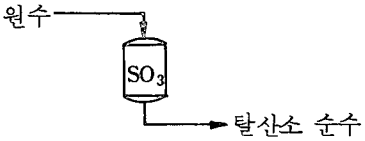
라. 이온교환체에 따른 용수처리 방법

이온교환수지를 사용하여 수처리하는 방법은 여러가지의 방식이 있으며 원수의 수질에 따라 전처리를 하거나 후처리를 하여야 할 경우가 있다. 그 목적은 얻고자 하는 수질을 가장 경제적으로 처리하는 것으로 처리수의 용도에 따라 구분하자면 경수연화, 탈알카리연화, 탈염, 순수제조, 기타로 나눌 수 있을 것이다. 다음 〈표-4〉는 이온교환체에 따른 용수처리법 이다.

〈표-4〉 이온 교환체에 의한 용수처리 방법의 분류

구 분		처 리 방 법	특 징
경 수 연 화			재생은 식염과 해수로 가능함
탈알카리연화	H-CyCl Alkali 첨 가 식		처리수의 pH에 따라 NaOH첨가
	N, Na CyCl 병 열 식		혼합수의 pH에 따라 H, Na탑과의 유량 비를 조절
	원수 혼합형 H, Na 양 Cycle 직 열 식		H탑 Na탑과의 유량 조절 불요
	Cl-Na 양 CyCl 직 열 식		Cl 탑과 Na 탑의 유량비 조절이 불요

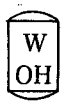
구 분		처 리 방 법	특 징
탈염	복 상 식		규소산은 제거되지 않음
	전해투석식		$CaCO_3$로서 500～2000ppm의 전해질을 함유한 원수처리에 적합
순수제조	복 상 식		2상 3탑형으로 최근 널리 사용됨
			3상 4 탑형으로 광산염을 함유한 원수의 처리
	중 복 형 복 상 식		세정시간이 짧고 처리수 순도가 좋다.
	혼 상 식		H형, OH형 양수지를 혼합하여 사용하고 간단히 고순도 순수를 얻을 수 있다.

구 분		처 리 방 법	특 징
	혼 상 식 Poly부		최량의 고순도 순수를 얻을 수 있다.
기	유기물 제거		원수의 전처리용으로 사용 가능
타	산 소 제 거		가열, 가압을 요하는 탈 산소, 필요에 따라 혼상탑으로 처리

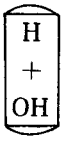
Na형 강산성수지탑

H형 강산성 수지탑

OH형 강염기성 수지탑



OH형 약산성 수지탑



H형 강산성 OH형 강염기성 수지의 혼상탑

Cl형 강염기성 수지탑

SO_3형 강염기성 수지탑

탈 탄산탑

*** 환경속에 사는 우리**
보전하고 보호받자.

◉환경청고시 제84-15호◉

환경보전법시행령 제16조의2 제2항의 규정에 의한 "환경기술감리단의 기술감리대상 배출시설"을 다음과 같이 개정 고시한다.

1984년 10월 24일

환 경 청 장

환경기술감리단의 기술감리대상 배출시설

구 분	감 리 대 상 시 설
가. 공 통	1. 특별대책 지역내 전 배출시설, 단, 소음은 "다"항에 준함 2. 특정유해물질 배출시설 3. 독물 및 극물에 관한 법률 제2조의 규정에 의한 독물, 특정독물 또는 극물을 제조(소분업은 제외)하는 전 배출시설 4. 환경보전법 제15조 제2항의 단서규정에 의거 방지시설 설치면제를 받고자 하는 전 배출시설 5. 환경보전법 제15조 제3항의 규정에 의한 사업자 스스로 방지시설을 설계 시공하고자 할때 해당 배출시설, 단, 소음은 "다"항에 준함. 6. 환경보전법 제15조의2의 규정에 의한 공동 방지시설 7. 환경오염 방지기금을 융자받아 방지시설을 설치하고자 할때 당해 배출시설
나. 대기배출시설	1. 환경보전법 시행규칙 제37조 규정에 의한 3종이상 사업장의 전배출시설 단, 시간당 발열량 1,200만 kcal/hr 이하의 유류전용 보일러 제외 2. 유연탄사용 보일러, 레미콘시설, 연탄제조시설 및 야적장등 비산분진 배출시설
다. 소음, 진동배출시설	1. 신설 또는 변경하여 동력합계 500HP이상 공장의 소음진동 배출시설 2. 신설 또는 변경하여 동종시설 100대 이상 공장의 소음진동 배출시설, 단, 공업용 재봉기는 제외
라. 수질배출시설	1. 1일 평균 폐수배출량 500㎥ 이상 폐수 배출시설 2. 특정유해물질 배출시설은 폐수 배출량 50톤 이상

부 칙

이 고시는 1984년 11월 1일부터 시행한다.