

DI water system 개요

JM Tech.Co

1. 순수란?

수중의 전해질, 유기물, 미생물, 부유성 고형물질 등의 불순물을 이온 교환법, 역삼투압법, 증류법 등의 제거 방법을 이용하여 제거한 물을 말함.

2. 원수의 성상 및 종류

1) 원수의 성상

- 순수 제조 시스템의 계획에 대단히 중요.
- 원수의 수질에 따라 처리 공정이 결정

2) 원수의 종류

(1) 하천수

- 지층의 표면에 접촉되어 있는 암석 및 토양중의 다양한 무기 성분 용해.
- 강우등에 유입된 부유물질 함유.
- 생활 하수 및 공장 폐수 등의 오폐수 유입에 의한 다량의 유기, 무기물 존재.
- 계절적인 강우량의 차이로 수량 및 수질 변동이 심함.
- 지하수에 비해 수량 풍부하고 용해 물질이 적음.

(2) 지하수

- 지층을 통과하여 생성되므로 자연 여과 작용 (탁도 및 미생물이 적음)
- 수온 및 수질이 비교적 일정
- 지층과 장시간 접촉으로 용해 물질의 농도가 높음(철, 망간, 실리카 다량 함유)

(3) 호소수

- 하천수가 저장되어 생성.
- 물의 정체로 부유성 조류가 계절적 번식.
- 미생물 및 미립자가 많아 계절적 주의 필요.

(4) 수도수

- 가격이 높고 사용수량의 제한.
- 수도법에 의한 수질보증 및 염소처리로 미생물 장해 없음.
- 잔류염소에 의한 순수제조 설비의 주의필요.

(5) 공업용수

- 대부분 하천수 또는 호소수가 많음.
- 응집침전 처리에 의한 탁도 물질만을 제거

- 따라서 용도에 맞는 후처리 필요. (경우에 따라 살균 및 탈염 등)

3. 순수장치 계획시 필요한 원수의 분석항목

- ◆ 원수의 종류
- ◆ 수온(평균, 최고 & 최저치)
- ◆ 전기전도율, pH, 탁도, 전철(제일철), 칼슘, 마그네슘, 황산이온, 염소이온, 알칼리도, 실리카, COD 등

4. 원수중의 불순물 제거 방법

- ◆ 불순물 : (-)이온, 콜로이드, 현탁 물질 등 다양
- ◆ 순수장치 제조 기술은 최적의 분리 기술을 갖는 장치를 효과적으로 배열하는 것.
- ◆ 불순물과 주요 처리 방법

1) 제일철

- ▶ 공기 산화법 (Aeration)
- ▶ 염소 산화법 (Chlorination)
- ▶ 접촉 여과법 (Catalytic Filtration)

2) 망간

- ▶ 염소 산화법 (Chlorination)
- ▶ 접촉 여과법 (Catalytic Filtration)

3) 탁도 성분

- ▶ 응집 침전 (Coagulation & Sedimentation)
- ▶ 여과 (Filtration)
- ▶ MF (Micro Filtration)

4) 유기물

- ▶ 활성탄 흡착 (Activated Carbon Adsorption)
- ▶ 활성오니 처리

5) 미생물

- ▶ 염소 살균 (Chlorination)
- ▶ 오존 살균 (OZonation)
- ▶ UV 살균 (UV Sterilization)n)
- ▶ UF (Ultra Filtration)

6) 용존염류

- ▶ 이온 교환 (Ion Exchange)
- ▶ 역삼투압 (Reverse Osmosis)
- ▶ 전기투석 (Electric Dialysis)
- ▶ 증발 (Distillation)

7) 알칼리도

- ▶ 탈기 (Degasification)

ii. 순수장치 설계

1. 이온교환수지란?

- ◆ 3차원 구조의 고분자 모체에 이온교환기를 결합시켜 극성, 비극성 용액중에 녹아있는 이온성 불순물을 교환, 정제하는 물질
- ◆ 이온교환기가 가지고 있는 가동이온이 용액중의 선택성이 큰 이온과 치환하여 주는 수질

2. 이온교환수지 종류

◆ 모체의 재질과 화학적 성질로 구분

◎ 유기질 이온 교환체

- ▶ 강산성 양이온 수지
- ▶ 약산성 양이온 수지
- ▶ Chelate 수지
- ▶ 강염기성 음이온 수지
- ▶ 약염기성 음이온 수지
- ▶ 유기물 흡착 수지

◎ 무기질 이온 교환체

- ▶ 천연 Zeolite
- ▶ 합성 Zeolite

※ 대부분 유기질 이온 교환체를 수처리에 이용

1) 강산성 양이온 교환수지

- SO_3H (Sulfone 산기)를 교환기로 가지는 수지
- Styrene과 DVB의 공중합체로 구성
- 강산·강염기에 안정
- 산화제에도 비교적 안정
- 넓은 pH 범위에서 교환능력 발휘
- 시판시 Na형으로 판매
- Diaion SK, Dowex 50, Amberlite IR-120, 112 등

2) 약산성 양이온 교환수지

- Carboxyl기와 같은 약 전해질의 교환기를 가짐.
- 재생효율이 높고, 다가 금속이온에 대한 높은 선택성.
- 교환용량이 크고, 체적변화가 심하다.

3) 강염기성 음이온 교환수지

- 제 4급 암모늄 교환기를 가진 음이온 수지(I 형, II 형 존재)

I 형	II 형
약산 (CO ₂ , SiO ₂) 등에 대한선택성이 좋다. II형보다 교환용량이 적다. II형보다 화학적 안정성이 좋다. 입구 수질에 민감도가 적다.	약산에 대한 선택성이 낮다. I 형보다 교환용량이 높다. I 형보다 화학적 안정성이 나쁘다. 입구수질에 민감도가 크다.

4) 약염기성 음이온 교환수지

- 제 2급 및 제 3급의 Amine기를 가진 음이온 수지
- Amberlite IR-45, Dowex-3, Duolite A-3 등

5) Chelate 수지

- 화학적 성질은 양이온 교환수지와 유사.
- 약산성 양이온수지에 중금속에 대한 선택성을 높임.

※ 금속이온에 대한 선택성 순서



6) 유기물 흡착수지

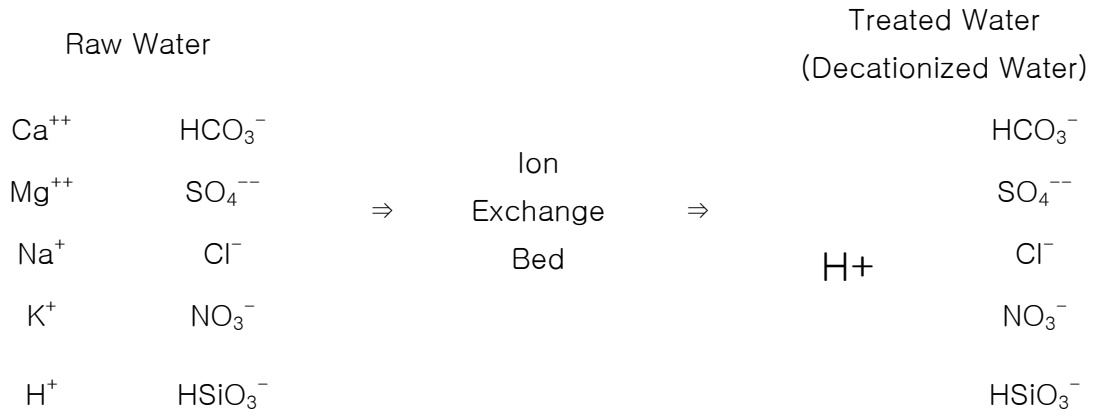
- 유기물을 다량 함유한 원수의 탈염처리에 사용,
- 순수장치의 유기물 오염을 방지할 때 사용.
- 전처리에 유기물 흡착탑을 별도 설치활용.
- 이와 같은 흡착탑은 "SCAVENGER"라 함.
- Amberlite TRA-458 등이 있음.

3. 이온교환수지에 의한 순수제조

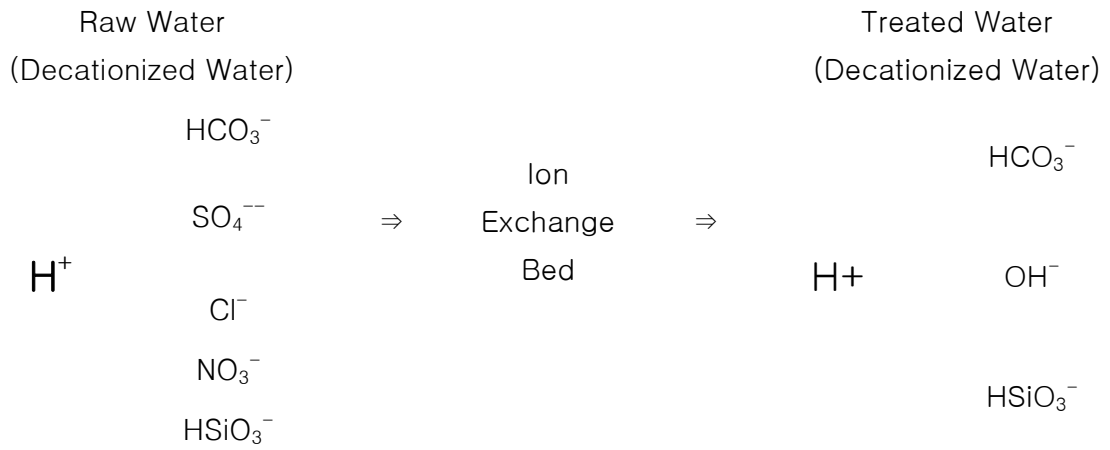
1) Demineralization?

- 이온교환수지에 의해 수중의 광물성염을 제거한 물을 말함.
- 양이온 교환반응과 음이온 교환 반응에 의해서 제조.
- 단, 이온 교환법으로 원수중의 비전해질 물질을 제거될 수 없음.
- 따라서 응집, 여과 등의 전처리가 필수적임.

2) 양이온 교환 반응



3) 음이온 교환반응



4. 이온교환수지에 의한 순수제조공정

Typical process	Regenerant	Regenerant
양이온 → 음이온	HCl or H ₂ SO ₄ and NaOH	-20 μ s/cm
양이온 → 탈기 → 음이온		-10 μ s/cm -0.02~0.2ppm SiO ₂
양이온 → 탈기 → 음이온 → 음이온		-10 μ s/cm -0.02ppm SiO ₂
양이온 → 탈기 → 음이온 → 양이온 → 음이온		-10 μ s/cm -0.02ppm SiO ₂
양이온 → 양이온 → 탈기 → 음이온 → 음이온		-10 μ s/cm -0.02ppm SiO ₂
Mixed (양이온 + 음이온)		-1 μ s/cm -0.02~0.2ppm SiO ₂
양이온 → 탈기 → 음이온 → Mixed		-0.5 μ s/cm -0.02ppm SiO ₂

iii. 초순수 처리 개요

1. 초순수란?

수중의 전해질, 유기물, 미생물, 부유성 고형물 등의 불순물을 이온교환법, 역삼투압법, 증류법 등의 제거방법을 이용하여 제거한 후 여타의 불순물을 보다 더 완벽히 제거하여 전자, 제약, 화학약품공업, 화력, 원자력 및 기타용도에 맞게 제조된 물을 초순수라 함.

초순수와 순수의 경계불명확

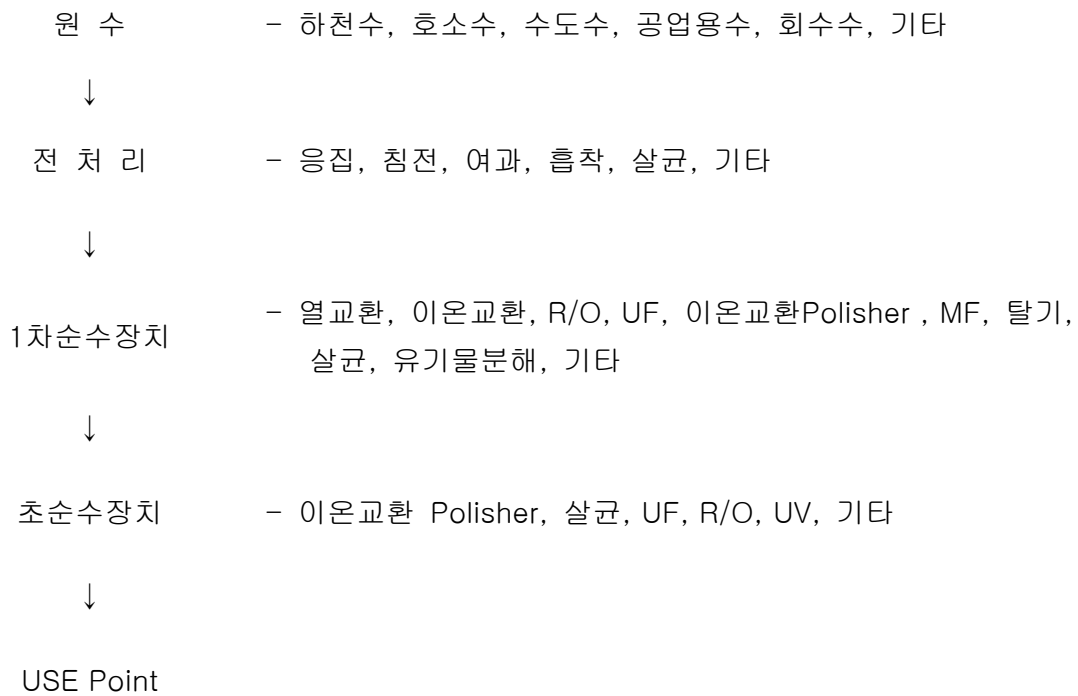
전자 및 반도체 분야의 초순수의 수질이 High Grade

ASTM(American Standard of Testing and Material) 및 SEMI(Semiconductor Equipment and Material Institute)의 제시기준치

항 목	ASTM	SEMI
비저항 (MΩ/cm at 25℃)	18	17
미립자수 (Max. EA/ml)	2 (1μm이상)	1 (0.8μm이상)
박테리아수 (Max. EA/100ml)	1	200
TOC (Max. μg/l)	20	75

* 최근에는 미립자수를 0.2μm이하에 대한 기준도 있음.

2. 초순수 제조 시스템의 기본 Flow



3. 초순수 장치설계

1) 원수의 성상 및 종류

(1) 원수의 성상

(2) 원수의 종류

(가) 하천수

- 지층의 표면에 접촉되어 있는 암석 및 토양중의 다양한 무기성분 용해

- 강우등에 유입된 부유물질 함유
- 생활하수 및 공장폐수 등의 오폐수 유입에 의한 다량의 유기 무기물 존재
- 계절적인 강우량의 차이로 수량 및 수질변동이 심함,
- 지하수에 비해 수량 풍부하고 용해물질이 적음.

(나) 지하수

- 지층을 통과하여 생성되므로 자연여과작용(탁도 미 미생물이 적음)
- 수온 및 수질이 비교적 일정
- 지층과 장시간 접촉으로 용해물질의 농도가 높음(철,망간,실리카 다량 함유)

(다) 호소수

- 하천수가 저장되어 생성
- 물의 정체로 부유성 조류가 계절적 번식
- 미생물 및 미립자가 많아 계절적 주의 필요.

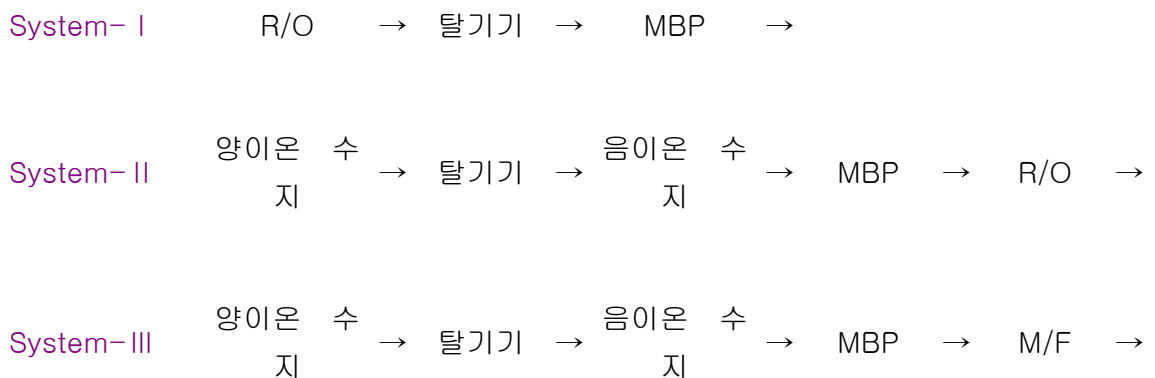
(라) 수도수

- 가격이 높고 사용수량의 제한
- 수도법에 의한 수질보증 및 염소처리로 미생물 장해 없음.
- 잔류염소에 의한 순수제조 설비의 주의필요.

(마) 공업용수

- 대부분 하천수 또는 호소수가 많음.
- 응집침전 처리에 의한 탁도 물질만을 제거
- 따라서 용도에 맞는 후처리 필요.(살균 및 탈염 등)

2) 1차 순수장치



(1) System - I 의 특징

- 처리수의 회수율을 높게 할 수 있는 양질의 원수수질 필요.
- R/O 단독처리 만으로 가능한 원수수질
- 후단의 이온교환 장치의 소형화가 가능(재생약품 및 폐액감소 가능)
- 혼상식의 MBP 이용

- R/O에서 유기물 제거로 고순도 처리수 확보가능
- R/O 출구수의 탈기처리 요구(진공 탈기식이 좋음)
 - ※ 강제 통풍식의 경우 공기중의 미립자나 박테리아의 오염 우려
 - ※ 진공 탈기식의 경우 탈산소 기능이 있어 이후 계통내의 미생물 증식억제 효과
- 전기 비저항은 15~16MΩ/cm 가 얻어짐.
- 이온교환수지에 유입될 수 있는 유리염소 제거필요.

(2) System - II의 특징

- R/O 장치의 처리수 회수율을 높게 할 수 없는 경우에 이용
(TDS 300mg/l 이하에서는 문제되지 않음)
- 이온교환장치는 통상 2B3T 사용
- 원수는 사수정도의 수처리 필요
- 잔류염소 제거처리 및 진공식 탈기처리 필요
- 2B3T 출구수의 순도 10~1μs/cm(0.1~1MΩ/cm)
- MBP 설치시 15MΩ/cm이상의 순도 가능
- 후단 R/O의 경우 저압 Module이 적합 - 회수율 90 ~95%

(3) System - III의 특징

- System - I , II에 비하여 미립자 통과량 증가
- MF, UF의 경우 통수차압 발생으로 화학세정 빈도 증가
 - ※ R/O의 도입여부는 원수의 TDS에 따라 선택되며 경제성 검토 필요

3) R/O 장치

【 R/O와 이온교환장치의 비교 】

R/O 장치	이온교환장치
1.유기물이나 비립자를 거의 완벽하게 제거가능 2.이온은 90% 이상 제거 3.배수는 중성으로 별도 처리할 필요가 없음 4.물의 회수율의 70~90% 5.전처리를 충분히 할 필요가 있음. SPIRAL WOUND형 - FI : 5 이하 HOLLOW FIBER형 - FI : 3~4 이하 6.CA의 경우 살균 및 PH 조정 필요 7.이온교환에 비해 비교적 고압 필요 TFC : 15 ~ 20 Kg/cm ² CA : 25 ~ 30 Kg/cm ²	1.용존이온 거의 완벽하게 제거가능 2.물의 회수율은 90~95% 3.공급수의 전처리는 상수도 수질 정도면 충분 4.공급수의 이온농도의 상한이 있음. (TDS로서 400 mg/l) 5.재생 폐액의 중화처리 필요 6.미립자 제거 불가

【 R/O막의 재질에 따른 비교 】

초산 셀룰로오즈막 (CA)	폴리아마이드계 복합막 (PA)
1. 박테리아에 약하다. 2. 산화제에 약하다. 3. 차아염소산소다 등 살균제 주입필요 4. 가수 분해를 방지하기 위해 pH를 5~6 정도로 조정할 필요가 있다.	1. 넓은 pH영역에서 사용가능하다. 2. 내열성이 강하다. 3. 잔류염소를 제거할 필요가 있다. 4. CA보다 저압에서 사용가능하다. 5. 염배제율이 높다.

4) 이온교환장치

- 통상 재생형 수지사용
- 운전비 및 처리수수질을 고려 최적의 방법선택

(1) 복상식과 혼상식

- 복상식 2B3T 방식 (양이온 → 탈탄산탑 → 음이온)
 혼상식에 비해 처리수 순도저하
 재생이 용이, 운전비용이 경제적

- 혼상식 양이온 + 음이온 혼합층진
 양질의 처리수
 재생시 비중차에 의해 분리후 재생으로 복잡
 R/O장치 후단 또는 2B3T후단에 주로 설치
 수질의 안정된 순도유지 적합

(2) 이온교환수지의 선택

- 강산성양이온수지 및 강염기성 음이온수지
- 약산성 양이온수지 및 약염기성 음이온수지 - 재생효율이 높고 교환용량이 큼.

(3) 수지의 유기오염물 회생처리

- 음이온 교환수지에서 유기물오염 발생 - 가성소다와 식염의 혼합액 사용

(4) 산화제에 의한 수지의 열화