



# 방사선 방호

Radiation Protection

## 화학 폐수 처리 시설 운영

Operation of Chemical Wastewater Treatment Facility

한국 원자력 연구소

# 방사선방호

Radiation Protection

## 화학폐수처리시설운영

Operation of Chemical Wastewater Treatment Facility

한국원자력연구소

## 제 출 문

소 장 귀하

본 보고서를 기관고유사업 “방사선 방호” 과제의 단위과제 “화학폐수처리 시설 운영”의 연차보고서로 제출합니다.

1996. 12. 31

과제책임자 : 장 시 영

분야책임자 : 이 면 주

연 구 원 : 임 문 호

안 선 수

정 연 수

책임감수위원 : 서 인 석

감 수 위 원 : 김 길 정

# 요 약 문

## I. 제 목

화학폐수처리시설 운영

## II. 운영의 목적 및 필요성

환경보존은 매우 중요하다. 원자력연구단지 (한국원자력연구소, 한국원전연료주식회사)내에는 많은 이화학 실험실이 있고, 발생하는 폐수양은 약 100톤/일 정도되며 폐수종류 또한 다양하다. 따라서 이들로 부터 발생하는 화학폐수를 적절히 처리하지 않고 그대로 방류할 경우 원자력연구단지주변의 환경오염은 매우 심각하게 된다. 화학폐수 및 오수처리시설을 운영하고 환경보존법을 준수함으로써 주변의 환경을 보존하는 것이 본 연구의 목적이다.

## III. 운영의 내용 및 실적

실험실로 부터 이송되어 폐수처리장의 집수조에 모아진 폐수는 약품반응조로 보내져 pH 조절, 중금속제거제, PAC (poly Aluminium Chloride) 등의 약품과 반응하고 다시 고분자응집보조제와 반응함으로써 이온화상태의 중금속이온을 침전가능물질로 전환시킨후 침전조로 보내진다. 침전조에서 중금속이온물질과 분리된 일차처리수는 다시 고도처리를 위해 처리수조로 보내진다. 처

리수조에 모아진 일차처리수는 모래여과조, 활성탄여과조, 이온교환수지를 통과시킴으로써 이차처리수중의 잔여 물질 즉 슬러지, 미량유기물, 미처리된 중금속이온 등이 제거된다. 마지막으로 이들은 최종 pH 조정조를 통과함으로써 방류된다. 한편 침전조에 침전된 슬러지는 슬러지 농축조로 옮겨진 뒤 탈수기에서 탈수 후 케익(Cake)화 되고 외부로 위탁처리된다.

한편 오수는 미생물을 이용한 활성슬러지 처리시스템에 의해 처리되어 연구소 외부로 방류된다.

#### IV. 운영결과 및 활용에 대한 건의

화학폐수의 경우 처리수의 수질은 수질환경보존법의 방류수 허용기준의 약 1/5 - 1/10 이하로 처리되고 있으며, 오수는 약 70% 이하로 처리되어 방류되고 있다. 따라서 오/폐수처리시설은 현재 양호한 상태로 운영되고 있어 원자력연구단지 주변환경의 보호에 큰 역할을 하고 있다.

# SUMMARY

## I . Project Title

Operation of Chemical Wastewater Treatment Facility

## II . Objective and Importance of the Project

Environmental conservation is very important. The kind of pollutants and the amount of wastewater generated from nuclear science town ( KAERI, NEMAC, KNFC ) are various and come up to 100m<sup>3</sup>/day. Environmental pollution around nuclear science town can be serious if wastewater does not be treated properly. Therefore, the purpose of this study is the conservation of environment around nuclear science town through the observation of law for environmental conservation and the maintenance of optimal operational condition for wastewater treatment facility.

## III . Scope and Contents of the Project

The wastewater collected to storage tank are carried to sludge sedimentation tank after pH adjustment and reaction with polymer coagulants in reaction tank. Primary treated wastewater, that is, supernatant of sedimentation tank contained

a little amount of residual heavy metal ions, organic compounds and floc debris are carried to filtering system consisted of sand, activated carbon and ion exchange resin for advanced treatment. Finally advanced treated wastewater are discharged to out side of KAERI after final pH adjustment. On the other hand, sludge settled in sludge sedimentation tank are carried to dehydrator for dewatering from sludge, and then carried to final disposal site where is located in out side of KAERI.

Sewage collected to activated sludge treatment system are reacted with micro biology, then discharged to out side of KAERI

#### IV. Results and Proposal for Application

From the results of treatment of wastewater and sewage, It was known that the quality of treated chemical wastewater was 1/5 or 1/10 lower than that of regulations of law for environmental conservation, and the quality of treated sewage was 70 % of that of regulations. Therefore, we thought that the optimal operation of sewage and wastewater treatment facility have been maintained for the conservation of environment around KAERI.

# 목 차

제 1 장 서론	-----	9
제 2 장 본론	-----	9
제 1 절 화학폐수처리시설의 개요	-----	9
1. 시설 구성	-----	10
2. 단위 시설 특성	-----	10
3. 폐수처리 공정	-----	19
제 2 절 유입폐수 특성	-----	19
제 3 절 폐수처리후 방류수 수질	-----	21
제 4 절 오수처리시설의 개요	-----	21
1. 시설 구성	-----	21
2. 단위 시설 특성	-----	22



3. 오수처리 공정	-----	24
제 5 절 유입오수 특성	-----	25
제 6 절 오수처리후 방류수 수질	-----	26
제 3 장 결론 및 건의사항	-----	27

## 표 목 차

표1. 유기성폐수성분	-----	28
표2. 폐수배출허용기준(수질환경보존법)	-----	29
표3. 오수처리전/후의수질결과	-----	30
표4. 오수처리전/후의수질결과	-----	31
표5. 폐수처리전/후의수질결과(측정일시:96/1/30)	-----	32
표6. 폐수처리전/후의수질결과(측정일시:96/4/30)	-----	33
표7. 폐수처리전/후의수질결과(측정일시:96/5/9)	-----	34

표8. 폐수처리전/후의수질결과(측정일시:96/6/13)	-----	35
표9. 폐수처리전/후의수질결과(측정일시:96/7/8)	-----	36
표10. 폐수처리전/후의수질결과(측정일시:96/8/1)	-----	37
표11. 폐수처리전/후의수질결과(측정일시:96/9/1)	-----	38
표12. 폐수처리전/후의수질결과(측정일시:96/10/22)	-----	39
표13. 총유기탄소량분석결과	-----	40
표14. 오수정화시설방류수수질기준(수질환경보존법)	-----	41

## 그림 목 차

그림1. 반응조, 급속응집조 및 완속반응조 전경	-----	42
그림2. 침전조 전경	-----	43
그림3. 모래여과조, 활성탄여과조 및 이온교환수지여과조 전경	-----	44
그림4. 최종중화방류조 전경	-----	45

그림5. 농축조 전경	-----	46
그림6. 탈수시설 전경	-----	47
그림7. 폐수처리 공정도	-----	48
그림8. 오수처리 공정도	-----	49

## 제 1 장 서론

원자력 연구단지의 확장과 함께 필수적으로 수반되는 오·폐수의 적절한 관리를 위하여 오수처리시설 및 화학폐수처리시설을 운영하고 있다. 화학폐수처리시설은 원자력 연구단지내 3개기관(한국원자력연구소, 환경관리센터, 한국원전연료주식회사)이 공동으로 처리시설을 건설하여 정상적으로 운영을 하고 있다. 오수는 환경보존법에 의거 상주인원의 밀집 건물은 활성슬릿지공법에 의한 미생물처리시설에 의해 처리되고 있으며, 분산건물은 임호프방식에 의해 처리되고 있다. 따라서 오·폐수처리시설의 최적운영을 통하여 다음의 목적을 달성하고자 한다.

- 환경보존법 준수
- 연구소 주변환경의 쾌적상태 유지에 따른 주변주민의 불안 해소
- 연구활동의 효율증대
- 수질오염으로 인한 국민건강 및 환경상의 위해예방 및 적정관리

## 제 2 장 본론

### 제 1 절 화학폐수처리시설의 개요

## 1. 시설구성

화학폐수처리시설의 구성은 물리/화학적인 처리공정으로 이루어졌다. 화학적인 공정은 폐수를 응집시키기 위한 화학약품 투입 및 반응조로 되어 있으며, 물리적인 공정은 슬러지를 여과할 수 있는 모래여과조, 활성탄 흡착조 그리고 킬레이트수지조 등으로 구성 되어 있다. 또한 생성되는 슬러지를 처리하기 위한 슬러지 농축조와 슬러지 탈수기 등도 갖추어져 있다.

## 2. 단위시설 특성

### 가. 집수조

연구소내 각 실험실에서 발생되어 집수조로 유입된 폐수를 송풍기를 이용하여 공기를 폭기시킴으로 집수조에 유입된 폐수의 농도를 균일화 시키고 이후 후속 처리공정인 반응조로 일정량의 폐수를 공급한다.

### 나. 반응조 (그림 1)

집수조에서 인입된 폐수를 pH조정기에 의해 pH를 9.5 ~ 10.5의 범위내로 조절되도록 가성소다 및 황산을 투입하여 산화 반응시킨다.

### 다. 급속응집조 (그림 1)

반응조에서 유입된 폐수를 pH8.0 ~ pH9.0의 범위내로 조절 되도록 가성소다를 투입하고 동시에 중금속처리제를 투입하여 폐수에 함유된 중금속을 제거한다. 또한 PAC(Poly Aluminium Chloride)을 투입하여 최적응집이 이루어 질 수 있는 Seed Floc를 형성하도록 한다.

#### 라. 완속응집조 (그림 1)

급속응집조에서 유입된 폐수의 미세 플럭들은 침전이 용이하지 못하므로 이러한 미세플럭을 거쳐 거대플럭으로 성장시키기 위해 음이온성 응집보조제를 투입하고 교반기를 사용하여 완속 교반을 행하여 침강성이 큰 입자를 형성시킨다.

#### 마. 침전조 (그림 2)

침전조는 완속응집조에서 조대화된 플럭을 중력에 의하여 자연 침강시켜 고형물과 물을 분리하는 고액 분리 기능을 가진다. 침전조(SEDIMENTATION TANK)에 유입된 폐수는 일정시간 체류되는 동안 고형물(SLUDGE)은 하부로 침강되고 상등수는 침전조 내벽에 설치되어 있는 삼각웨어(월류웨어)를 통해 월류되어 처리수조(TREATED WATER STORAGE BASIN)에 유입된다. 침전된 슬러지는 감속기에 연결된 스크레이퍼에 의해 중심하부의 HOPPER에 모이게 되며 일정주기(슬러지층 상시적으로 관찰)로 슬러지 이송펌프에 의해 농축조로 유입된다.

## 바. 처리수조

침전조의 율류웨어를 통해 율류되어온 상등수를 일시적으로 저장하며 여과이송펌프에 의해 처리수를 모래여과기로 이송한다.

## 사. 모래여과기 (그림 3)

이 장치는 압력여과기로서 응집 침전처리를 거친 폐수중의 부유물질을 제거하는 장치이며 여과와 역세 2개 공정으로 이루어져 있으며 평상시 유체의 흐름은 상부로부터 하부로 이루어진다.

### (1) 통수공정

여과이송펌프에 의해 물리적으로 펌핑되어 밸브를 통해 여과기 상부로 유입된 후 여과층을 거쳐 하부로 나가게 된다.

### (2) 역세 공정

장시간 통수를 하고 나면 수중의 현탁물질등이 여과제 표면에 쌓이게 되어 유체의 흐름이 나빠지고 여과의 기능이 현저하게 저하된다. 이러한 결과로서 유체의 수두손실이 생기고 입구측과 출구측의 압력차가 발생한다. 이러한 현상을 방지하기 위해 장시간 통수를 행하였거나 여과기의 입구측과 출구측의 압력차가  $1.5\text{kg}/\text{cm}^2$  이상이 생기면 반드시 역세를 행하여야 한다. 그러나 일반적으로 운전관리상 일일가동이 끝나는 때에 반드시 역세를 하여

관리 하는 것이 바람직하다. 역세란 여과기내에 여재를 느슨하게 한 후 통수의 역방향으로 여재의 표면 및 통로에 부착되어 있던 불순물을 제거하는 공정으로 아래와 같은 단계로 진행된다.

#### ※ 역세의 진행순서

##### 1. 표면세척

역세펌프를 가동시켜 물을 여과기 하부로 유입시켜서 상부로 통과시켜 여재층에 포착되어 있던 오염물을 부상시키는 공정이다.

##### 2. 역세

역세펌프를 가동시켜 처리수의 물을 여과기 하부로 유입시켜서 상부로 흐르게 하여 여재층에 포착되어 있던 오염물을 여과기 밖으로 방출시키는 공정이다.

##### 3. 세정

역세펌프를 가동시켜 처리수의 물을 여과기 상부로 유입시켜서 하부로 흐르게 하여 여과기 내부 여재층에 남아있는 오염물을 여과기 밖으로 방출시키는 공정이다.

##### 4. 방류



SURFACE의 원활한 공정을 위하여 밸브를 열어 여재표면까지 여과기 내부물을 DRAIN시키는 공정이다.

## 5. 휴지

통수시 열려있는 밸브를 닫는다.

## 6. 공기통수

역세후 통수전에 WATER HAMMERING을 방지하기 위하여 10초간 SOLE-NOID V/V를 열어 AIR VENT를 시켜준다.

### 아. 활성탄 여과기 (그림 3)

활성탄 (ACTIVATED CARBON)은 탄소질 물질을 활성화시켜 만든 비결정성 탄소를 갖는 흡착제로서 큰 비표면적(700~1600 m<sup>2</sup>/g)과 높은 흡착능력을 갖고 있다. 또한 활성탄은 약 10~40Å의 직경을 갖는 미세기공으로 이루어져 있으며 이들 미세기공에서 피흡착제를 흡착한다. 특히 수소성성분에 대한 흡착능력이 좋으므로 습윤한 공기 및 물에서 COD의 주요 성분이 되는 탄화수소성분 및 유기물질이 흡착된다. 카본여과기는 내부에 활성탄을 충전시켜 처리설비중에서 주요기능은 2차 여과 및 용해성 유기물질(COD)을 제거하는 역할을 한다. 따라서 일반적인 운전은 모래여과기만을 거쳐 방류되나 수중에 COD 성분이 많을때는 활성탄여과기를 운전하게 된다. 모래여과기와 같이 처리수가 여재를 통과하

기 때문에 마찬가지로 수차례 통수후에 역세가 필요하며 그 공정은 다음과 같다.

#### ※ 역세의 진행순서

##### 1. 표면세척

역세펌프를 가동시켜 처리수의 물을 여과기 하부로 유입시켜서 상부로 통과시켜 여재층에 포착되어 있던 오염물을 부상시키는 공정이다.

##### 2. 역세

역세펌프를 가동시켜 처리수의 물을 여과기 하부로 유입시켜서 상부로 흐르게 하여 여재층에 포착되어 있던 오염물을 여과기 밖으로 방출시키는 공정이다.

##### 3. 세정

역세펌프를 가동시켜 처리수의 물을 여과기 상부로 유입시켜서 하부로 흐르게 하여 여과기 내부 여재층에 남아있는 오염물을 여과기 밖으로 방출시키는 공정이다.

##### 4. 방류

표면의 원활한 공정을 위하여 밸브를 열어 여재표면까지 여

과기 내부물을 DRAIN시키는 공정이다.

## 5. 휴지

통수시 열려있는 밸브를 닫는다.

## 6. 공기통수

역세후 통수전에 WATER HAMMERING을 방지하기 위하여 10초간 SOLENOID V/V를 열어 공기를 통수시켜 준다.

### 자. 이온교환 수지탑 (그림3)

암모늄이온을 함유한 폐수에 어떤 종류의 광물을 첨가하여 충분히 접촉시키면 암모늄이온이 광물에 흡착하고 이 광물로부터 나트륨, 칼슘이 암모늄이온에 의해서 속출되고 새로운 암모늄 이온이 광물과 결합하기 위하여 일어나는 현상이다. 일반적으로 이와 같은 두 상간의 이온이 서로 교체하는 반응을 이온교환반응이라 한다. 또 이때 이온교환을 하는 모체는 이온교환체라고 한다. 이온교환수지여과기 및 활성탄여과기와 같이 처리수가 여재를 통과하기 때문에 마찬가지로 일정기간 통수후 역세가 필요하며 그 공정은 다음과 같다.

### ※ 역세의 진행순서

## 1. 표면세척

역세펌프를 가동시켜 처리수의 물을 여과기 하부로 유입시켜서 상부로 통과시켜 여재층에 포착되어 있던 오염물을 부상시키는 공정이다.

## 2. 역세

역세펌프를 가동시켜 처리수의 물을 여과기 하부로 유입시켜서 상부로 흐르게하여 여재층에 포착되어 있던 오염물을 여과기 밖으로 방출시키는 공정이다.

## 3. 세정

역세펌프를 가동시켜 처리수의 물을 여과기 상부로 유입시켜서 하부로 흐르게하여 여과기내부 여재층에 남아있는 오염물을 여과기 밖으로 방출시키는 공정이다.

## 4. 방류

표면의 원활한 공정을 위하여 밸브를 열어 여재표면까지 여과기 내부물을 DRAIN 시키는 공정이다.

## 5. 휴지

통수시 열려있는 밸브를 닫는다.

## 6. 공기 통수

역세후 통수전에 WATER HAMMERING을 방지하기 위하여 10초간 SOLENOID V/V를 열어 공기를 통수시켜 준다.

### 차. 최종중화 방류조 (그림 4)

중화, 응집, 침전, 여과, 흡착공정에서 처리된 처리수는 유출 수조에 집수되며 폐수 처리설비가 정상운전시엔 여기까지의 공정으로 폐수가 방류수 수질기준 이하로 처리되나 처리설비의 운전부주의, 각 공정내에 있는 배출시설로 부터의 비정상적인 폐수배출, 반응조내에서 슬러지가 완전 침전되어 분리되지 않고 상등수에 염농도가 높을 경우도 발생한다. 그리고 이때 pH METER에 감지되는 pH는 6 ~ 8 범위에 있어야 하는데 이 범위를 벗어날 경우엔 황산 또는 가성소다로 pH를 적정하게 조정한다.

### 카. 농축조 (그림 5)

침전조에서 이송된 슬러지는 농축조에서 중력에 의해 농축이 되는데 슬러지가 감속기에 의해 교반된다. 농축슬러지는 일정한 수위가 되면 농축슬러지 이송펌프에 의해 탈수기로 이송되어진다.

### 타. 탈수시설 (그림 6)

농축 슬러지 이송펌프에 의해 이송된 슬러지는 슬러지 저장 탱크에 유입되어 탈수효율을 증대시키기 위해 탈수조제약품의 투입과 함께 탈수기에서 탈수되어 최종생성물인 CAKE화 된다.

### 3. 폐수처리공정

전반적인 폐수처리공정은 그림7과 같다. 집수조로 유입된 폐수는 반응조, 급속반응조 그리고 완속반응조를 거치면서 중금속이온은 침전가능한 중금속염을 형성하고 이들을 다시 중금속제거제와 PAC을 반응시켜 음이온성 고분자응집제를 첨가시킴으로써 쉽게 침전가능하도록 플럭의 크기를 조대화 시킨다. 조대화된 플럭은 침전조로 유입되어 침전됨으로써 처리된 처리수와 분리된다. 처리수는 다시 이차처리를 위하여 처리수조로 보내진 뒤 모래여과조, 활성탄여과조 그리고 이온교환수지조를 통과하고 최종방류조에서 pH를 체크한 후 방류된다. 한편 침전조에 침전된 플럭은 슬러지농축조로 옮겨진 뒤 일정시간 농축된 후 탈수기로 옮겨져 CAKE화 된다. CAKE은 다시 성분분석 후 외부의 매립지로 옮겨진 뒤 최종매립되어 처리된다.

## 제 2 절 유입 폐수의 특성

### 1. 폐수의 수질분석

폐수처리전/후의 수질은 수질분석전문업체인 대한환경(주)에서

분석하였다. 시료의 채취는 정기적으로 (월 1회) 이루어졌다. 시료채취방법은 일시채취로써 폐수처리시설의 가동시간중에 채취되고 바로 분석실로 옮겨진 뒤 공해공정시험법에 따라 분석되었다. 분석항목은 환경보존법 중 수질환경보존법에서 규정하고 있는 전항목을 따랐다. 한편 폐수처리전/후의 유기물 함유정도를 파악하기 위하여 자체적으로 간헐적이지만 TOC (전유기탄소)측정기기와 COD (화학적 산소요구량)분석기기를 이용하여 TOC 농도와 COD 농도를 측정하였다.

## 2. 유입폐수의 특성

원자력연구단지에서 발생하는 화학폐수의 특성은 크게 유기성 폐수와 무기성 폐수로 나누어 구분될 수 있다. 유기성 폐수는 표1에 제시된 바와같은 물질을 함유한 폐수로써 이들은 별도로 수거되어 외부로 위탁처리 된다. 반면 무기성 폐수는 무기산과 알칼리 그리고 중금속이온을 포함한 폐수를 말하는 것으로 현재 유입되는 폐수의 pH는 1.5에서 10.8의 범위로 매우 큰 변화폭을 보여주고 있다. 중금속이온의 농도는 시료채취날짜에 따라 크게 달랐다. 중금속이온의 농도는 표2에서 보여주는 수질환경보존법중의 처리수 방류허용기준치와 비교하여 볼 때 표5 ~ 표12에서 볼 수 있는 바와 같이 폐놀(4.687mg/l, 4.821mg/l, 4.736mg/l)과 카드뮴(1.235mg/l, 1.305mg/l, 1.196mg/l)만이 허용기준치를 상회할 뿐 대체로 대부분의 중금속이온은 허용기준치 이하로 유입되고 있다. 그러나 이들을 그대로 방류할 경우 일부 중금속이온의 높은 농도 때문에 반드시 처리를 해야됨을 알 수 있다.

### 제 3 절 폐수처리후 방류수 수질

화학폐수처리시설을 거쳐 처리된 후 방류되는 처리수의 수질은 유입수의 수질특성과 아주 밀접한 관계가 있는 것으로 폐수처리장으로 유입되는 폐수의 경우 발생원 자체가 실험실이고 실험실에서 다양한 화학약품을 사용하고 있으며 사용약품의 종류는 연구과제의 성격에 따라 크게 변화된다. 따라서 유입폐수의 수질은 유입시간대에 따라 수시로 변화되므로 적정처리 조건 역시 수시로 바뀌어야 되는 어려움을 항상 내포하고 있다. 처리후 방류수중의 유기물농도는 표5 ~ 표12에서 보는 바와 같이 COD의 경우 최대 20.8mg/l이하로 방류되고 있고 BOD의 경우 역시 28.7mg/l이하로 처리되고 있음을 보여주고 있다. 이것은 방류수 허용기준치인 COD 130mg/l과 BOD 120mg/l를 비교해 볼 때 아주 낮은 농도로 처리되고 있다. 또한 96년 3월부터 7월까지 TOC(총유기탄소량)농도를 측정해본 결과 표13에서 보는 것 처럼 최대 9mg/l 이하로 처리되고 있어 유기물 측면에서 볼 때 양호하게 처리된 후 방류되고 있음을 알 수 있다. 한편 중금속이온의 경우도 표5 ~ 표12에서 나타난 바와 같이 방류수 허용기준치 보다 대략 1/5에서 1/10을 밑도는 수준으로 처리되고 있어 무기물 측면에서의 처리수질 역시 매우 양호하게 처리된 후 방류되고 있음을 알 수 있다.

### 제 4 절 오수처리시설 개요

#### 1. 시설구성



오수처리를 위해서 생물학적 처리방식인 활성슬러지법에 의한 장기폭기방식을 이용하고 있다. 장기폭기식 활성슬러지 처리방식은 유입 오수의 성분을 균일하게 하고 일정한 유량공급을 유지시켜주는 유량조정조(집수조), 오수중의 부유·용존·콜로이드상태로 된 유기물을 미생물과 접촉시키는 폭기조, 침전가능한 미생물체로 변화된 플러를 침전시키는 침전조 그리고 생성된 슬러지를 처리하기 위한 슬러지농축조 등으로 되어있다.

## 2. 단위시설 특성

### 가. 침사조

오수가 유량조정조(집수조)에 유입되기전 모래와 같은 무거운 고형물을 침전시키는 곳으로 바닥침전물을 청소하여 각종 펌프의 유입관 막힘을 방지하고 부패되지 않도록 관리한다.

### 나. 스크린

고형물을 제거하여 다음공정의 기계설비 가동을 원활하게 하기위한 장치이며, 수시로 청소하여 오수가 넘치지 않도록 관리한다.

### 다. 유량조정조 (집수조)

오수를 일정한 유량과 지속적으로 폭기조로 공급하기 위하여 오수처리시설로 유입되는 모든 오수를 일시적으로 저장하는 시설로써 저장중 오수의 부패방지 및 균일혼합을 위하여 공기를 공급한다.

유량조정조의 펌프는 밸브의 개폐를 조절하여 24시간 일정한 양이 폭기조에 유입 되도록 하고 있다.

#### 라. 생물처리조 (폭기조)

오수에 공기를 불어넣어 호기성미생물을 증식시킴으로써 유기물을 산화분해하는 곳이다. 용존산소가 1mg/ℓ 이상 유지되도록 한다. 이를 위하여 송풍기가 1 ~ 2시간 이상 중지하지 않도록 주의하여 운전해야 한다. 공기의 공급중단은 미생물의 생육을 현저하게 억제시키거나 사멸시키기 때문에 처리효율이 급격히 감소하는 원인이 되기 때문이다.

#### 마. 최종 침전조

미생물의 생육이 감소생장기 즉, 미생물의 생육이 늙어 거의 생명을 다하는 시기에 이르면 끈적끈적한 분비물을 분비하여 주위의 고형물과 floc을 형성하게 되는데, 폭기조에서 유입되는 이런 활성오니 혼합액을 빠르게 침전 분리시켜 상등액은 처리수로써 소독조를 보내고 침전오니는 다시 폭기조로 반송시키거나 오니농축조로 빼내는 역할을 하는 시설이다.

침전된 오니는 침전조 하부에 퇴적하여 부패 되지 않도록 속

히 빼내어 부패시 발생하는 가스에 의한 Scum 즉, 침전슬러지가 재부상 되는 것을 방지해야 한다. 특히 미생물의 생육상태가 불량할 때는 Scum이 다량발생하거나 침전 분리가 불량하게 되므로 매일 현미경을 통한 미생물의 관찰이 요망된다.

#### 바. 소독조

클로로칼키 (chloro - kalki)등 염소계 소독제를 투입하여 대장균등 일반세균을 살균시키는 곳으로 약품과 처리수가 잘 혼합되도록 해야 하며, 적정량을 연속적으로 주입한다.

#### 사. 오니 농축저장조

최종 침전조에서 빼낸 잉여슬러지(sludge)를 농축하여 상등액을 유량조정조로 보내고 농축오니는 오니 농축조류조에 저장하여 외부로 위탁처리 한다.

#### 아. 급·배기 시설

시설내에 신선한 공기를 공급하여 미생물의 발육을 돕고 처리과정에서 발생된 gas를 신속히 배출시켜 시설물의 부식을 방지하는 시설이다.

### 3. 오수처리공정

전반적인 오수처리 공정은 그림8과 같다. 발생한 오수가 침사조, 스크린을 거쳐 유량조정조로 모이면 일정량이 생물접촉조(폭기조)로 유입된다. 폭기조에 유입된 오수중의 용존미립자들은 미생물들과 함께 활성 슬러지를 형성시켜 슬러지의 고액계면에 용존 유기물질, 유기물질 콜로이드 및 현탁입자들을 흡착시킨다. 이렇게 흡착된 유기물질은 호기성 미생물의 물질대사에 의해 세포로 합성되거나 가스화하여 에너지원으로 되어 제거된다. 폭기조에서 생성된 활성 슬러지들은 최종침전조에 유입되어 침전 분리된다. 침전된 슬러지 중 일부는 다시 생물접촉조(폭기조)로 반송되어 폭기조내의 미생물량을 적당히 유지시켜주고 나머지는 오니농축저류조에 옮겨진 뒤 위탁처리된다.

## 제 5 절 유입오수특성

### 1. 오수의 수질 분석

오수처리전/후의 수질은 수질분석전문업체인 대한환경(주)에서 분석하였다. 시료채취는 정기적으로 (월1회)이루어졌고 시료 채취 방법은 일시채취로써 오수처리시설의 가동시간중에 채취되어 분석실로 옮겨진 뒤 공해공정보존법에 따라 분석되었다. 분석 항목은 COD, pH, BOD, SS 4가지를 측정하였다. 또한 수시로 COD 분석기기를 이용하여 COD 농도를 측정해 BOD 농도를 추정해 보기도 하였다.

### 2. 유입오수의 특성

원자력연구단지에서 발생하는 오수의 특성은 일반 가정하수의 성분과 크게 차이는 없으나, 건물 바닥청소나 식당에서 사용하는 강 알칼리성 왁스제 또는 염소 살균제 등은 미생물에 치명적인 악영향을 준다. 오수의 pH는 6 ~ 8 사이로 거의 중성을 보여주고 있다. 현재 구내에서 발생하는 오수중의 BOD, SS 농도는 표14에서 보여주는 바와 같이 수질환경보존법 중의 오수정화시설 및 정화조의 방류수수질기준치와 비교해 볼 때 표3, 표4에서 볼 수 있는 바와 같이 매우 높게 유입되고 있으므로 적절한 처리후 방류시켜야 함을 알 수 있다.

#### 제 6 절 오수처리후 방류수 수질

오수처리시설을 거쳐 처리된 후 방류되는 처리수의 수질은 표3, 표4와 같다. 일반적으로 오수 즉, 생활하수의 처리는 생물학적 처리방식이 주로 행해지고 있다. 처리시설의 기계적운전은 간단하지만 미생물을 이용한다는 점 때문에 화학적 처리 방식보다 까다롭고 세밀한 주의와 관심이 필요하다. 또한 유입오수중에 약간의 독성물질이 함유되어 들어오면 처리능력이 저하되고 회복하는 시간도 오래 걸리는 어려움을 내포하고 있다. 최종적인 방류수 수질은 표3, 표4와 같이 BOD농도 200mg/l 정도인 원수에 대하여 BOD, SS제거율이 85%를 상회하는 처리효과를 보여주고 있다. 이것은 방류수 허용기준치인 40mg/l와 비교해 볼 때 양호한 상태로 처리시설이 운영되고 있음을 알 수 있다.

### 제 3 장 결론 및 건의사항

원자력연구단지로부터 발생하는 화학폐수 및 생활오수를 처리한 결과 수질환경보전법중의 처리수 방류허용기준치 보다 훨씬 밑도는 수준에서 운영되고 있어 원자력연구단지주변의 환경보호에 크게 기여하고 있음을 알 수 있다.

## 표1. 유기성 폐수성분

### ● 폐유기용제에 함유된 할로젠족 화합물질

1. 디클로로메탄(Dichloromethane)
2. 트리클로로메탄(Trichloromethane)
3. 테트라클로로메탄(Tetrachloromethane)
4. 디클로로디플루오로메탄(Dichlorodifluoromethane)
5. 트리클로로플루오로메탄(Trichlorofluoromethane)
6. 디클로로에탄(Dichloroethane)
7. 트리클로로에탄(Trichloroethane)
8. 트리클로로에틸렌(Trichloroethylene)
9. 테트라클로로에틸렌(Tetrachloroethylene)
10. 클로로벤젠(Chlorobenzene)
11. 디클로로벤젠(Dichlorobenzene)
12. 모노클로로페놀(Monochlorophenol)
13. 디클로로페놀(Dichlorophenol)
14. 트리클로로페놀(Trichlorophenol)
15. 트리클로로트리플루오로에탄(Trichlorotrifluoroethane)

### ● 폐기유기용제에 함유된 비할로젠족 화합물질

1. 글리세롤트리아세테이트(Glyceroltriacetate)
2. 노말부틸알콜(n-Butylalcohol)
3. 노말헥산(n-Hexane)
4. 니트로벤젠(Nitrobenzene)
5. 데카하이드로나프탈렌(Decahydronaphthalene)
6. 디메틸설파이드(Dimethylsulfide)
7. 디메틸포름아미드(Dimethylformamide)
8. 디아세틴(Diacetin)
9. 디에틸렌글리콜(Diethyleneglycol)
10. 디에틸설폭사이드(Diethylsulfoxide)
11. 디에틸렌에테르(Diethyleneether)
12. 디옥산(Dioxan)
13. 메탄올(Methanol)
14. 메틸아세테이트(Methylacetate)
15. 메틸에틸케톤(Methylethylketone)
16. 메틸이소부틸케톤(Methylisobutylketone)
17. 메틸페놀(Methylphenol)
18. 벤젠(Benzene)
19. 부틸아세테이트(Butylacetate)
20. 사이클로헥사논(Cyclohexanone)
21. 사이클로헥산(Cyclohexane)
22. 아세톤(Acetone)
23. 에탄올(Ethanol)
24. 에틸렌글리콜(Ethyleneglycol)
25. 에틸글리콜(Ethylglycol)
26. 에틸벤젠(Ethylbenzene)
27. 에틸아세테이트(Ethylacetate)
28. 에틸에테르(Ethylether)
29. 에틸페놀(Ethylphenol)
30. 부탄올(Buthanol)
31. 프로판올(Propanol)
32. 케로젠(Kerosene)
33. 크레솔(Cresol)
34. 크실렌(Xylene)
35. 터펜틴(Terpentin)
36. 테트라하이드로나프탈렌(Tetrahydronaphthalene)
37. 테트라하이드로퓨란(Tetrahydrofuran)
38. 톨루엔(Toluene)
39. 트리에틸렌글리콜(Triethyleneglycol)
40. 페놀(Phenol)
41. 포름알데히드(Formaldehyde)
42. 프로필렌글리콜(Propyleneglycol)
43. 피리딘(Pyridin)

표2. 배출허용기준 (수질환경보존법)

(단위:mg/ℓ)

항 목	기 준
pH	5.8 -8.6
COD	130
BOD	120
SS	120
N-Hexane	5
phenol	3
CN	1
Cr	2
Zn	5
Cu	3
Cd	0.1
Hg	0.005
Fe	10
As	0.5
Pb	1
Cr <sup>+6</sup>	0.5
Mn	10
F	15



표3. 오수처리전/후의 수질결과

(단위 :mg/ℓ)

날 짜	측 정 항 목	처 리 전	처 리 후
96. 1. 30.	pH	6.8	7.0
	COD		
	BOD	383.3	6.4
	SS	17.8	6.0
96. 4. 3.	pH	6.5	6.94
	COD	104.8	24.1
	BOD	92.0	33.1
	SS	117.0	7.5
96. 5. 9.	pH	5.8	5.95
	COD	96.4	57.4
	BOD	371.6	7.5
	SS	145.5	46.0
96. 6. 13.	pH	8.0	8.0
	COD	63.7	49.8
	BOD	265.9	22.5
	SS	104.2	37.0

표4. 오수처리전/후의 수질결과

( 단위 : mg/ℓ )

날 짜	측 정 항 목	처 리 전	처 리 후
96. 7. 8.	pH	7.1	6.9
	COD	71.6	15.6
	BOD	71.3	17.1
	SS	148.8	19.2
96. 8. 1.	pH	5.99	6.11
	COD	46.7	13.8
	BOD	70.6	13.7
	SS	75.0	12.4
96. 9. 1.	pH	6.51	6.85
	COD	70.1	7.60
	BOD	79.4	14.5
	SS	115.4	9.0
96. 10. 22.	pH	6.16	7.12
	COD	99.0	5.15
	BOD	501.0	9.73
	SS	180.0	13.8

표5. 폐수처리전/후의 수질결과 (측정일시 : 96/ 1/30)

( 단위 : mg/ℓ )

측정항목	처리전	처리후
pH	6.8	7.1
COD	20.8	15.8
BOD	14.4	8.2
SS	6.8	9.2
N-Hexane	0.8	0.4
Phenol	4.687	0.274
CN	0.739	0.088
Cr	0.052	0.009
Zn	1.692	1.172
Cu	0.900	0.075
Cd	1.235	0.100
Hg	0.012	0.003
As	0.130	불검출
Pb	0.320	0.015
Cr+6	0.013	불검출
Mn	0.027	불검출
F	0.694	0.172
Fe	5.320	1.490

표6. 폐수처리전/후의 수질결과 (측정일시 : 96/ 4/3)

( 단위 : mg/ℓ )

측정항목	처리전	처리후
pH	6.6	7.1
COD	10.7	15.8
BOD	31.6	8.2
SS	13.5	9.2
N-Hexane	1.0	0.4
Phenol	4.821	0.274
CN	0.701	0.088
Cr	0.047	0.009
Zn	1.721	1.172
Cu	0.895	0.075
Cd	1.305	0.092
Hg	0.008	0.002
As	0.115	불검출
Pb	0.300	0.012
Cr+6	0.009	불검출
Mn	0.025	불검출
F	0.703	0.133
Fe	5.112	1.320

표7. 폐수처리전/후의 수질결과 (측정일시 : 96/ 5/9)

( 단위 : mg/ℓ )

측정항목	처리전	처리후
pH	6.90	7.2
COD	9.60	4.1
BOD	14.70	7.9
SS	5.0	1.0
N-Hexane	1.80	1.6
Phenol	4.736	0.184
CN	0.647	0.094
Cr	0.038	0.010
Zn	1.967	0.957
Cu	0.798	0.068
Cd	1.196	0.061
Hg	0.013	0.004
As	0.101	불검출
Pb	0.198	0.009
Cr+6	0.007	0.001
Mn	0.107	불검출
F	0.916	0.167
Fe	6.187	1.983

표8. 폐수처리전/후의 수질결과 (측정일시 : 96/ 6/13)

( 단위 : mg/ℓ )

측정항목	처리전	처리후
pH	6.2	6.2
COD	7.0	3.5
BOD	56.9	23.2
SS	19.6	10.0
N-Hexane	0.3	0.3
Phenol	0.079	0.047
CN	0.931	0.021
Cr	0.009	불검출
Zn	0.260	0.055
Cu	0.060	0.005
Cd	0.020	0.020
Hg	불검출	불검출
As	불검출	불검출
Pb	0.250	0.150
Cr+6	불검출	불검출
Mn	0.100	0.040
F	0.401	0.097
Fe	0.605	0.020

표9. 폐수처리전/후의 수질결과 (측정일시 : 96/ 7/8)

( 단위 : mg/l )

측정항목	처리전	처리후
pH		6.7
COD		4.6
BOD		5.3
SS		21.4
N-Hexane		0.5
Phenol		0.039
CN		0.205
Cr		불검출
Zn		0.056
Cu		불검출
Cd		0.009
Hg		불검출
As		0.012
Pb		0.105
Cr+6		불검출
Mn		0.042
F		0.270
Fe		0.038

표10. 폐수처리전/후의 수질결과 (측정일시 : 96/ 8/1)

( 단위 : mg/ℓ )

측정항목	처리전	처리후
pH	8.25	6.65
COD	11.9	7.34
BOD	14.5	16.1
SS	16.0	7.65
N-Hexane	2.8	1.6
Phenol	0.091	0.054
CN	0.887	0.041
Cr	0.029	불검출
Zn	0.025	0.070
Cu	0.125	0.009
Cd	0.026	0.026
Hg	불검출	불검출
As	0.041	0.012
Pb	0.035	불검출
Cr+6	0.210	0.013
Mn	0.046	0.074
F	0.932	0.211
Fe	2.899	0.273



표11. 폐수처리전/후의 수질결과 (측정일시 : 96/ 9/1)

( 단위 : mg/ℓ )

측정항목	처리 전	처리 후
pH	7.55	7.94
COD	30.9	14.0
BOD	22.8	28.7
SS	30.0	8.70
N-Hexane	2.8	1.5
Phenol	0.079	0.065
CN	0.454	0.031
Cr	0.047	0.007
Zn	0.268	0.060
Cu	0.061	0.006
Cd	0.013	0.013
Hg	불검출	불검출
As	0.021	불검출
Pb	0.175	0.108
Cr+6	0.294	0.009
Mn	0.064	0.028
F	1.241	0.401
Fe	1.784	0.185

표12. 폐수처리전/후의 수질결과 (측정일시 : 96/10/22)

( 단위 : mg/l )

측정항목	처리전	처리후
pH	10.11	8.02
COD	8.25	22.7
BOD	15.12	26.25
SS	22.3	16.2
N-Hexane	2.7	1.4
Phenol	0.072	0.061
CN	0.385	0.108
Cr	불검출	불검출
Zn	0.198	0.009
Cu	0.051	0.012
Cd	0.017	0.003
Hg	불검출	불검출
As	0.024	0.007
Pb	0.093	0.087
Cr+6	0.102	0.032..
Mn	0.044	0.015
F	1.231	0.753
Fe	1.043	0.403

표13. 총유기탄소량 분석결과

(단위: mg/ℓ)

날 짜	처 리 전	처 리 후
96. 3. 28.	14	5
96. 4. 2.	9	3
96. 4. 10.	8	3
96. 4. 15.	9	7
96. 4. 18.	8	6
96. 4. 22.	9	8
96. 5. 9.	6	4
96. 5. 15.	18	4
96. 5. 27.	6	2
96. 5. 29.	16	3
96. 6. 4.	12	7
96. 6. 10.	9	9
96. 6. 13.	13	8
96. 6. 19.	6	4
96. 6. 28.	5	2
96. 7. 3.	8	6
96. 7. 8.	7	5

표14. 오수정화시설 방류수 수질기준

1996년6월30일까지 적용기준			1996년7월1일부터 적용하는기준		
항 목	기 준	비 고	항 목	기 준	비 고
생물화학적 산소요구량 제거율 (%)	-	해당사항 없음	생물화학적 산소요구량 제거율 (%)	-	해당사항 없음
생물화학적 산소요구량 (mg/l)	60 이하		생물화학적 산소요구량 (mg/l)	40 이하	강화됨
부유물질량 (mg/l)	-	해당사항 없음	유물질량 (mg/l)	40 이하	신설항목

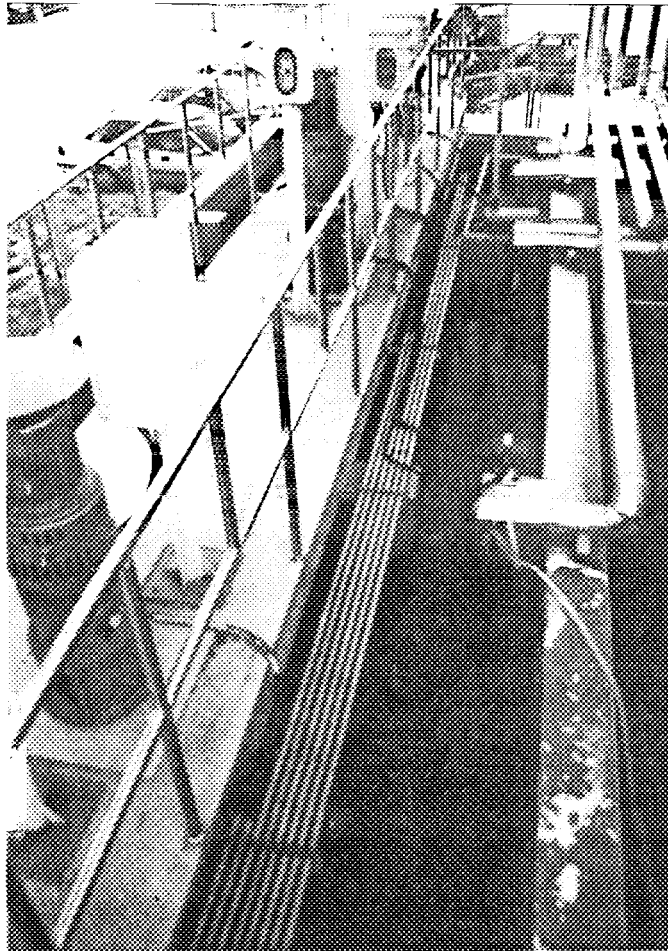


그림1. 반응조, 금속용집조 및 완속반응조 전경

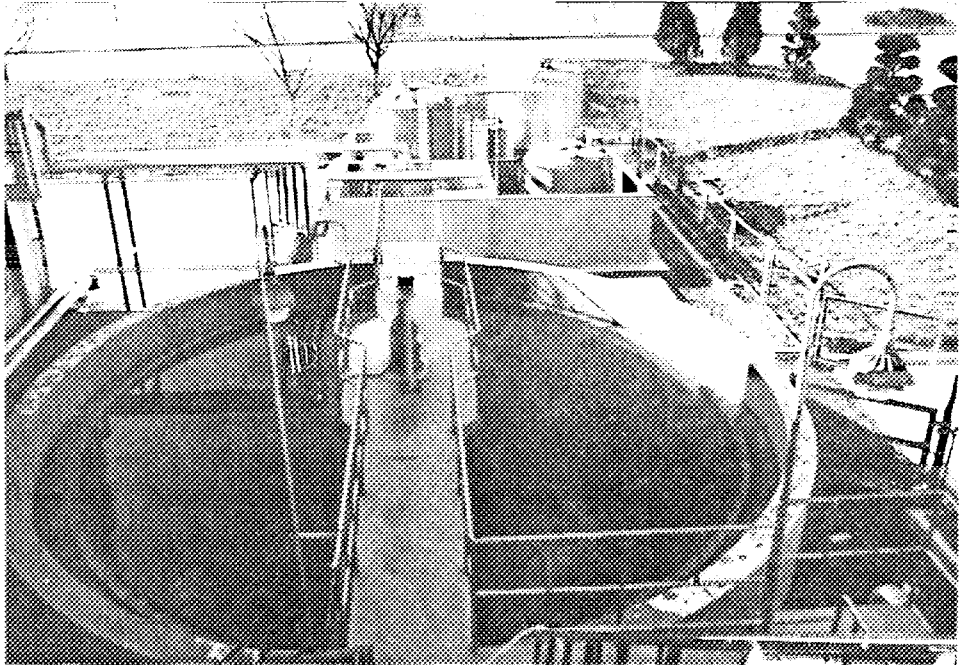


그림2. 침전조 전경

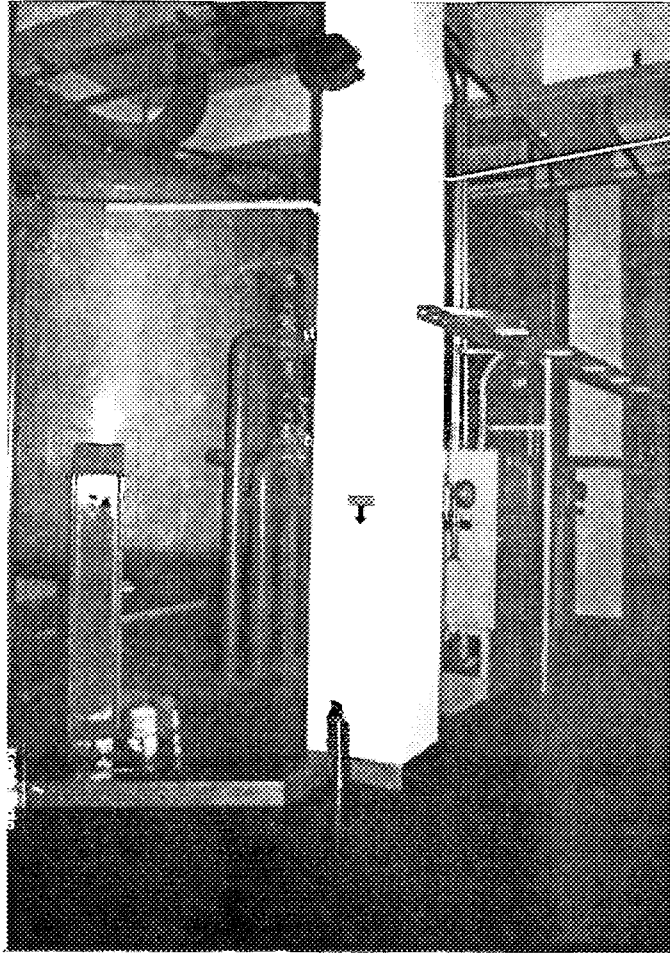


그림3. 모래여과조, 활성탄여과조 및 이온교환수지여과조 전경

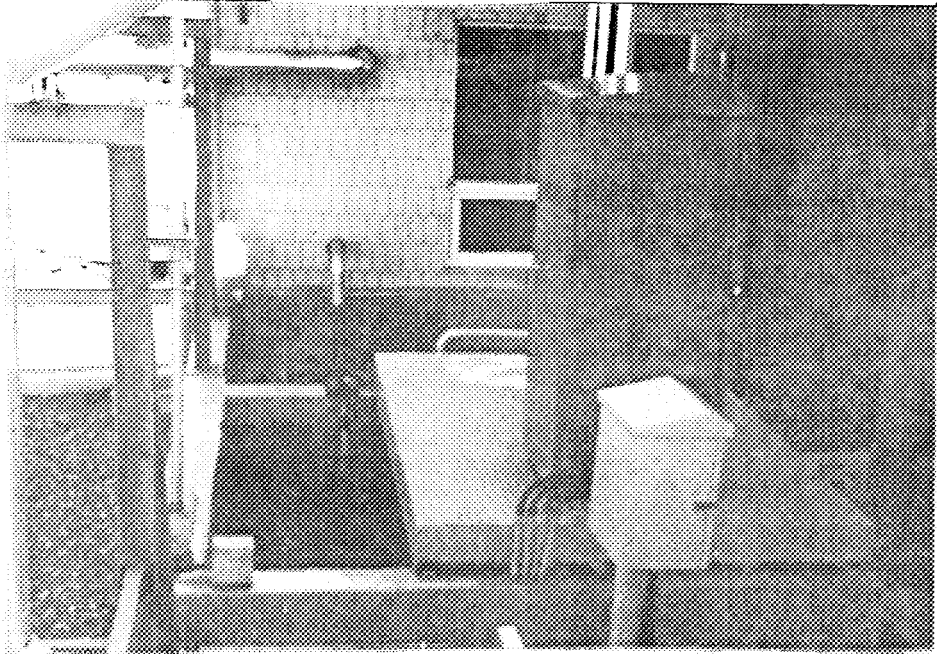


그림4. 최종중화방류조 전경



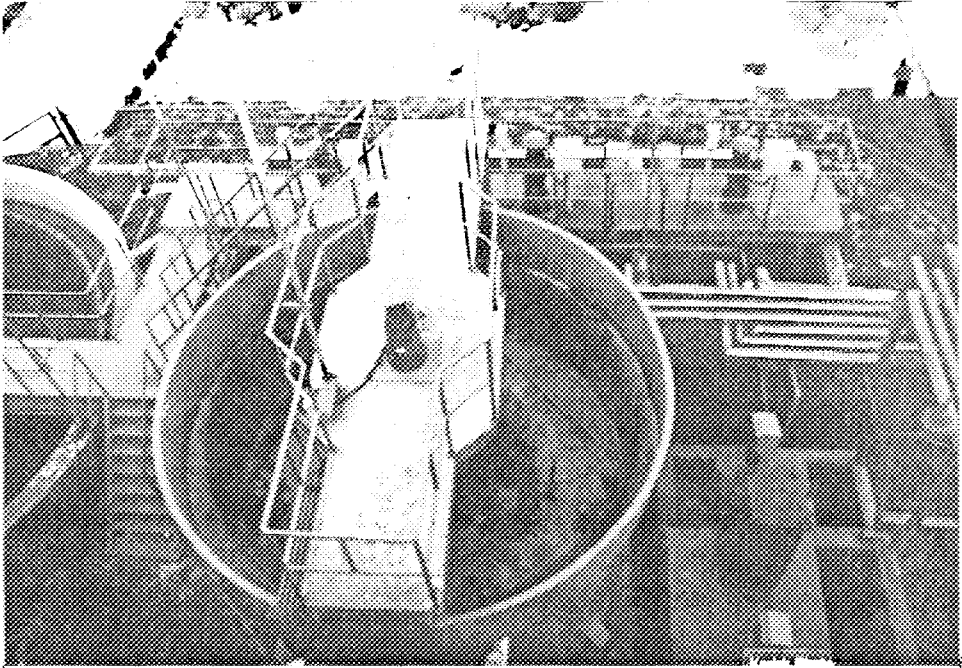


그림5. 농축조 전경

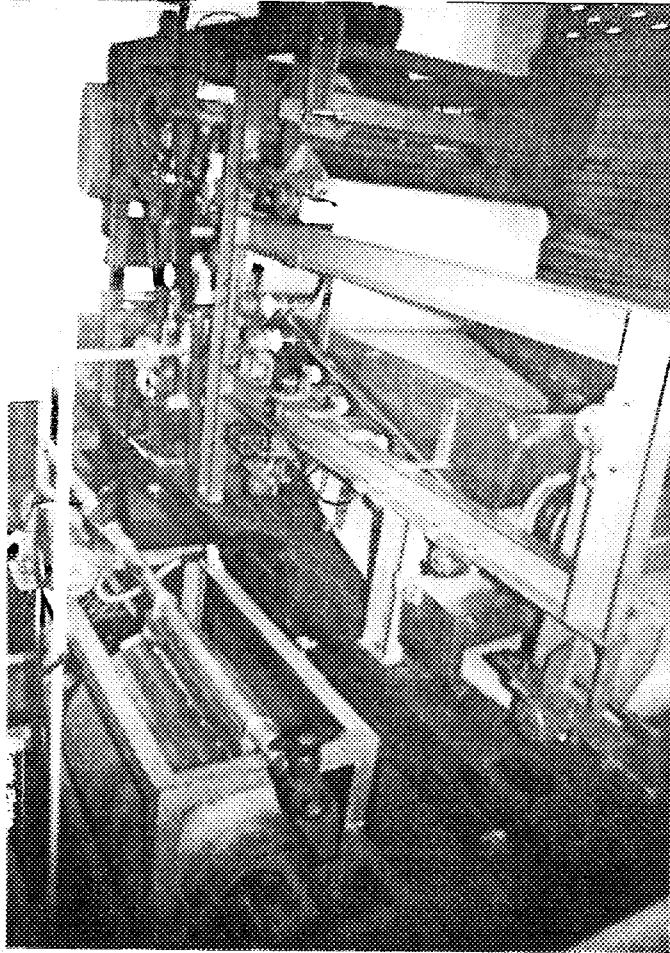


그림6. 탈수시설 전경



그림7. 폐수처리 공정도

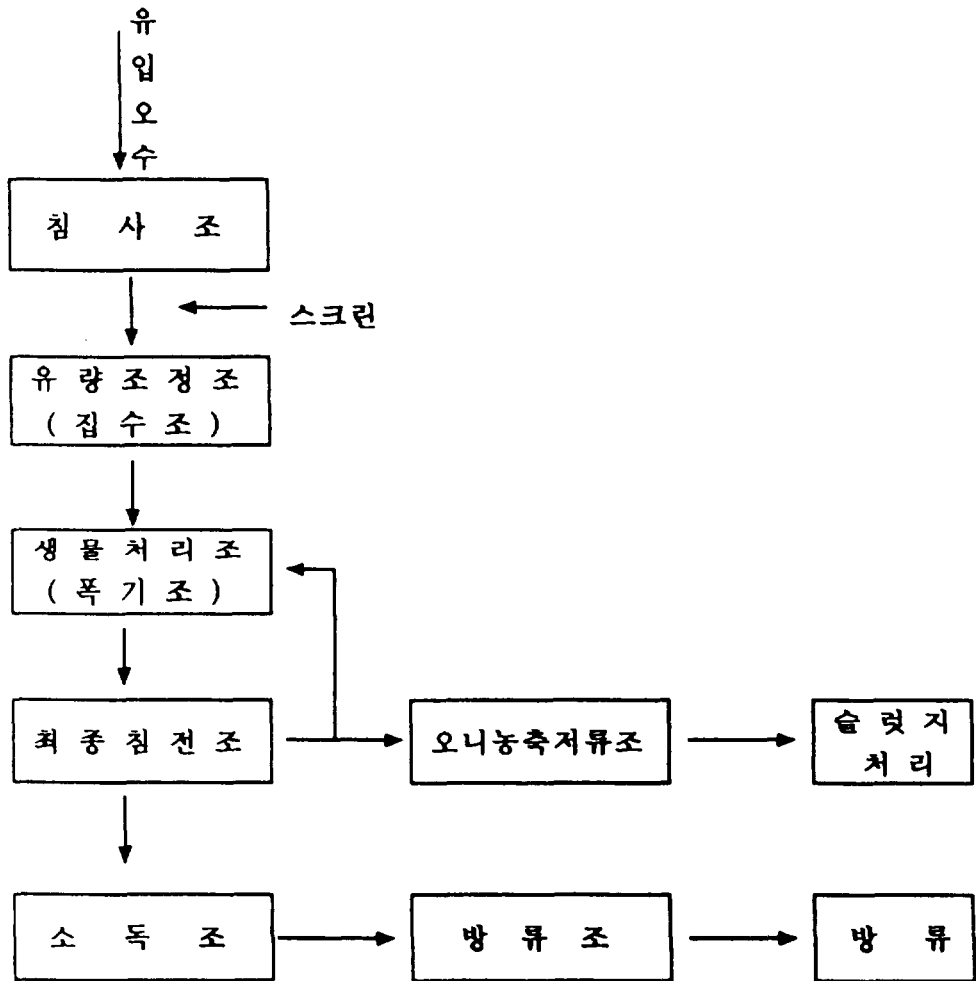


그림8. 오수처리 공정도

## 서 지 정 보 양 식

수행기관보고서번호	위탁기관보고서번호	준 보고서번호	INIS주제코드
KAERI/MR-289196			
제목/부제	화학폐수처리시설운영		
연구책임자 및 부서명	이 면 주 ( 환경관리담당 )		
연구자 및 부서명	임문호, 안선수, 정연수 (환경관리담당)		
발행지	대 전	발행기관	한국원자력연구소
발행일	1996.12.		
페이지	49	도 표	유( x ) 무 ( )
크 기	26 cm		
참고사항	'96 기관고유사업		
비밀여부	공개 (x), 대외비( ) , 급비밀	보고서종류	기술보고서
위탁연구기관		계약번호	
<p><u>초록(300단어 내외)</u></p> <p>원자력연구단지(한국원자력연구소, 한국원전연료(주))에서 발생되는 화학폐수를 공동으로 처리하고, 오수의 일부분도 오수처리시설을 운영하여 처리하였다.</p> <p>운영결과 폐수처리수중의 유기물농도 및 중금속이온농도 모두 환경보존법상의 배출수허용기준 보다 약 1/5-1/10 이하로 처리되고 있으며, 오수의 경우도 방류허용기준치의 약 70 % 이하로 처리되고 있다.</p>			
<p><u>주제명 키워드(10단어 내외)</u> 화학폐수, COD, BOD, TOC, 환경보존법 환경보존.</p>			

## BIBLIOGRAPH INFORMATION SHEET

Performing Org. Report No.	Sponsoring Org. Report No.	Standard Report No.	INIS Subject Code
KAERI/MR-289196			
Title/Subtitle	Operation of Chemical Wastewater Treatment Facility		
Project Manager and Dept.	Myun joo, Lee (Environmental Management)		
Researcher and Dept.	M.H.Yim, S.S.Ahn, Y.S.Jeoung ( Environmental Management )		
Pub. Place	Tae-Jeon	Pub. Org.	KAERI
Page	49	Fig. and Tab. Yes(x), No( )	Pub. Date 1996.12.
Size	26cm		
Note			
Classified	Open(x), Outside( ), Class	Report type	Technical Report
Sponsoring Org.		Contract No.	
<p><u>Abstract(About 300 Words)</u></p> <p>The wastewater and sewage treatment facility have been operated. From the results of operation, it was confirmed that the quality of treated wastewater was 1/5 or 1/10 lower than that of regulation of law for environmental conservation. The quality of treated sewage has been maintained to 70 % of regulation of law for environmental conservation.</p>			
<p><u>Subject Keywords(About 10 Words)</u></p> <p>Chemical wastewater, COD, TOC, BOD, Law for environmental conservation, Environmental conservation</p>			