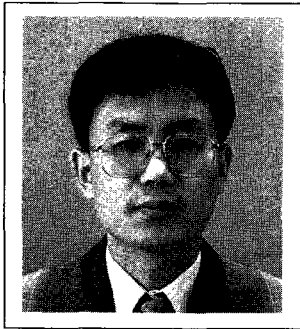


# 축매수지식 용존산소 제거설비 개발경위와 앞으로의 활용전망

## 이 장 소

한국정수공업(주) 기술연구소 이사



### 원 인

자력발전소 2차 계통수중의 용존산소는 증기발생기 뿐만 아니라 터빈 급수가열기와 응축기 등 주요설비 부식의 직접적인 원인으로, 원자력발전의 경제성 저하 및 원전설비의 안전성에 심각한 문제를 야기시키고 있다.

이러한 산소유입의 가장 큰 원인은 2차 계통수중에 상온으로 주입되는 보충수중의 용존산소에 기인하는 것으로 알려지고 있다.

따라서 상온에서도 기능을 발휘할 수 있고, 계통에 미치는 영향을 최소화할 수 있으며, 기존 발전소에 쉽게 부착·응용할 수 있는 기술이 절실히 요구되는 실정이다.

그동안 발생원인의 제거에 동원되어 온 시스템으로는 하이드라진(Hydrazine) 주입에 의한 용존산소 제거법, 탈기기를 이용한 용존산소 제거법 등이 있다.

하이드라진 주입에 의한 용존산소 제거의 경우, 실온에서 산소와의 반응

성이 매우 낮고 저온영역의 장치부식에 의한 부식 생성물의 장해 때문에, 이론치의 1.5~2배를 주입해야 하는 비효율성과 고온에서 분해되는 암모니아에 의한 문제점이 야기되고 있다.

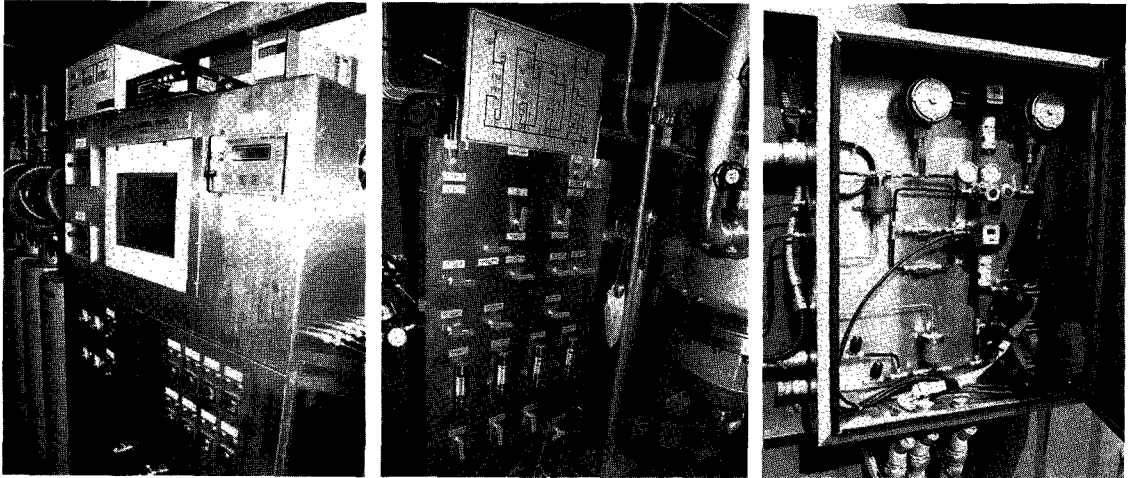
또한 탈기기를 사용하는 경우에는 보조수중기 공급장치 등이 별도로 필요하고 넓은 설치면적 소요 및 기존 플랜트에 추가설치가 어려워 설치비와 운전비용이 상대적으로 아주 높게 된다.

비록 탈기기를 이용하여 대부분의 용존산소를 제거하였다 하더라도 대기중에 노출되어 있는 저장탱크 내의 용존산소와 탈기기 배출수중의 용존산소를 제거하기 위해 추가적인 약품 주입이 필요하게 된다.

한국정수공업(주)는 이와 같은 단점을 보완하여 상온에서 운전이 가능하고 설치 및 운전이 편리하며 운전비용을 최소화할 수 있는 「축매수지식 용존산소 제거설비」를 미국 웨스팅하우스(WH)사의 기술을 일부 도입, 한

원자력발전소 2차 계통수중의 용존산소는 증기발생기 뿐만 아니라 터빈 급수가열기와 응축기 등 주요설비 부식의 직접적인 원인으로, 원자력발전의 경제성 저하 및 원전설비의 안전성에 심각한 문제를 야기시키고 있다.

한국정수공업(주)는 최근 「축매수지식 용존산소 제거설비」를 한국원자력연구소의 기술지원 아래 연구·개발하여 고리원자력 1호기에 설치·운용중에 있다. 그 개발경위와 활용전망 등을 알아 본다.



(사진) 용존산소 제거장치(CORS) 내부모습

국원자력연구소의 기술지원 아래 연구·개발하여 한국 실정에 맞도록 국산화하게 되었다.

### 용존산소 제거설비의 개발과정

#### 1. 주요 개발일정

- 용존산소 제거설비 타당성 검토 : 93년 2월~8월
- 국산화개발 타당성 검토 및 기술 검토 : 93년 9월
- 연구원 WH사 기술연수 : 94년 1월
- 중소기업에 대한 기술무상 양허 제3차 사업 대상과제 신청 : 94년 2월
- 중소기업에 대한 기술무상 양허 제3차 사업 대상과제 선정 : 94년 5월

- 한국원자력연구소와 기술지원사업 추진 : 94년 6월 1일~95년 5월 31일(기술지원 사업기간)
- 기본설계 작성 : 94년 10월
- 설비제작 및 테스트 : 94년 12월
- 고리원자력 제1발전소 설치 및 성능검사 : 95년 2월
- 고리원자력 제1발전소 운용 : 95년 3월~현재

#### 2. 시스템개발 타당성 검토

가. 기존기기 운전 및 보수의 어려움  
기존 수처리설비에 적용되고 있는 용존산소 제거설비는 감압탈기기(Vacuum Degasifier) 시스템이 많이 적용되고 있으나, 용존산소 제거능력이 50ppb로 50ppb 이하 운전에는 많은 어려움이 있으며, 이 시스템의 감압을 위해 사용되는 진공펌프는 운전

및 유지·보수에 어려움이 있다.

또한 시스템이 높은 진공도를 유지해야 하기 때문에 시스템의 Leakage에 의한 공기유입으로 처리수의 악화를 초래할 수 있어, 이 모든 것을 만족하는 촉매수지를 이용한 용존산소 제거설비를 국산화하기로 하였다.

##### 나. 성능향상 필요

기존에 사용하고 있는 방법으로는 50ppb 이하의 산소제거가 어려우며 설비를 장치하는 데 있어서도 많은 공간이 소요된다.

또한 설비의 유지·보수에 있어 많은 문제점을 안고 있으며, 설비가동에 소요되는 동력 등을 고려할 때 많은 유지비가 필요하다.

##### 다. 유지·보수 편리

촉매수지식 용존산소 제거설비는 운전상태가 CRT Monitoring 및

Logging이 되고 비정상 운전시 경보 장치가 가동하는 시스템을 적용할 수 있으므로 유지 및 보수가 편리하다.

**라. 신기술도입과 기술축적**

미국을 비롯한 선진국에서는 축매 수지를 이용한 용존산소 제거기술을 이미 확보, 자국내 원자력발전소에 공급·적용하여 원자력발전의 경제성 및 안전성 확보에 주력하고 있는 실정이다.

국내에서도 원자력발전의 확대이용과 더불어 계통수중의 용존산소 제거 기술은 확보하여야 할 기술로서 인식되고 있다.

**3. 국산화 개발의 필요성**

기개발된 외국산 설비를 구매·적용할 경우 △ 설계·제작·운영·유지 및 보수 측면에서의 기술종속 △ 외국산 설비의 유지·보수를 위한 예비품 확보의 어려움 △ 경비절감효과의 감소 등이 예상된다.

따라서 한국원자력연구소의 축적된 기술 및 WH사의 기술을 접목하고, 한국정수공업(주)의 36년에 걸친 수처리설비 제작 및 설치·운전경험을 토대로 설비의 설계·제작·설치·운영 등 전 과정을 직접 수행함으로써 기술축적을 이룰 수 있고, 설비가 국산인 관계로 유지·보수에 필요한 예비품 확보가 쉽고, 유지·보수시 경비절감효과가 클 것으로 기대된다.

또한 국내 원자력발전의 확대이용

과 더불어 계통수중의 용존산소 제거 기술은 계통수중의 용존산소를 제거하여 부식생물체에 의한 원전의 수명 단축 등의 비경제적인 요소를 제거함으로써 원자력발전의 경제성 향상 및 원전설비의 안전성을 높이는 데 절대적으로 필요할 뿐만 아니라, 반도체·정밀화학 등 다른 산업체에서도 필요로 하는 시스템이다.

**4. 용존산소 제거기술의 종류**

**가. 가열탈기법**

기계적인 가열탈기법(Thermal Deaeration)은 처리수를 수증기로 가열시켜 산소·이산화탄소·질소 등 비응축가스(Noncondensable Gas)의 용해도를 낮추어 산소를 위시한 이들 가스를 처리수에서 탈기하는 것으로, 장치비는 고가가 아니지만 이의 설치를 위해 넓은 공간이 필요하고 수증기의 사용으로 많은 에너지가 요구되어 운전비가 많이 소요된다.

이 방법으로는 7ppb까지 용존산소를 줄일 수 있지만 가열탈기장치의 원활한 운전을 위해서는 일정한 수증기 공급원이 확보되어야 한다.

그러므로 발전소의 가동중지상태에서는 이의 운전을 위해서 추가로 보조 수증기 공급계통의 설치가 필요하므로, 보통 가압형 발전로 공급수의 용존산소 제거처리에 많이 이용되고 있지 않다.

**나. 감압탈기법**

감압탈기법(Vacuum Deaeration)

은 처리수를 감압하에서 충전탑에 통과시켜 비응축가스들의 분압(Partial Pressure)을 감소시킴으로써 처리수로부터 산소를 위시한 여러 용해된 가스를 제거하는 것으로, 이의 용존산소 제거효율은 장치의 설계조건에 따라 다르며 운전압력, 충전탑의 크기 및 특성, 운전온도 등에 따라 변화한다.

따라서 초기 장치 투입비가 크고 넓은 설치공간이 필요하며, 진공펌프(Vacuum Pump) 등의 운전으로 인하여 감압탈기장치의 운전비(특히 전기에너지 비용)가 많이 든다.

그러나 가열탈기법과 달리 수증기 공급원과 관계없이 독립적으로 운전할 수 있어 보통 고압보일러, 가압형 경수로발전소 등의 공급수의 용존산소 처리에 많이 이용되고 있다.

현재 용존산소 제거를 위한 감압탈기장치의 최적 활용을 위해서 발전소 보충수계통에서의 적합한 위치, 하이드라진 이용 같은 화학처리방법의 도입 등 여러가지 연구가 진행되고 있다.

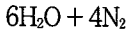
**다. 하이드라진 처리법**

하이드라진을 이용한 물처리하는 산소-하이드라진 반응에 기초를 두고 있다.

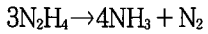
- ① 100°F(37.8℃) 이상에서 산소와의 반응  

$$N_2H_4 + O_2 \rightarrow 2H_2O + N_2$$
- ② 400°F(204.4℃) 이상에서 산소와의 반응  

$$6N_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 4NH_3 +$$



③ 400°F(204.4℃) 이상에서 분해 반응



냉각재 온도가 250°F(121.1℃) 이상이 되면 위의 반응에서 생성된 질소는 방사선조사에 의해 수소와 반응하여 암모니아를 생성하거나( $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ ), 또한 산소와 질소의 합성 반응을 일으키게 된다( $2N_2 + 5O_2 + 2H_2O \leftrightarrow 4HNO_3$ ).

이때 생성된 질산은 재질부식의 주요한 원인이 되는 것이므로 250°F(121.1℃) 이상에서는 하이드라진의 사용을 금하고 있다.

용존산소 농도가 0.1ppm 이하로 감소하면 하이드라진의 처리를 중단하고 즉시 화학 및 체적제어시스템의 체적제어탱크 기상부의 질소가스를 수소가스로 교체하여 노냉각재의 용존산소를 제어하게 된다.

여기에 용존산소는 감마선조사에 의해 수소와 반응하여 물이 생성된다.

라. 환원제 이용

Pd 담지 고분자 촉매하에서 환원제 개미산(Formic Acid)을 이용하여 보일러의 급수·냉각수 등에 존재하는 용존산소를 제거하는 공정이다.

이때 개미산 첨가량은 일반적으로 처리 산소량의 몰비로 6배 사용하였고, 잔존하는 미반응 개미산은 염기성 원자단을 함유하고 있는 고분자화합물과 접촉시켜 흡착·제거시키고 있다.

여기서 사용한 Pd 담지 고분자 촉

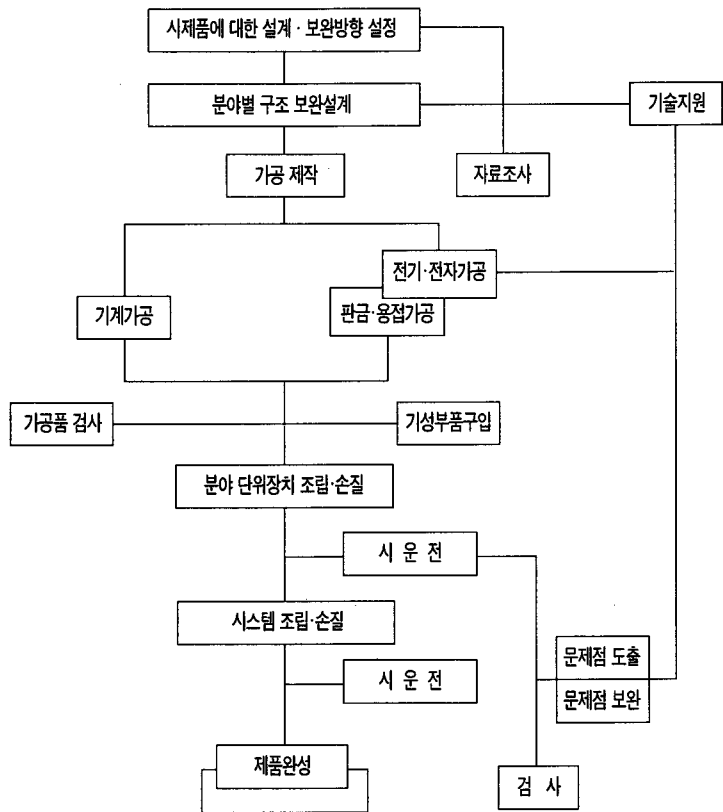
매는 아미노기 등 Pd 화합물과 배위 결합할 수 있고, 염기성 원자단을 함유하는 고분자화합물에 Pd 화합물을 흡착시킨 후 환원처리하여 얻어진다.

개미산을 흡착하는 고분자화합물로는 아미노기 등을 함유하는 고분자화합물이 개미산의 흡착성이 우수하여 좋으며, 이 고분자화합물이 개미산으로 흡착·포화된 경우는 NaOH,  $NH_4OH$  등의 알칼리성 수용액을 써

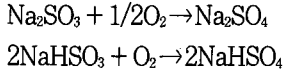
서 개미산을 침출시키고 재사용한다.

그러나 이 방법은 용존산소를 10ppb까지 줄일 수 있을 뿐이고 처리수에 잔존하는 개미산이 수ppm까지 되어 사용하기 전의 영향을 검토할 필요가 있다.

또 그밖에  $NaHSO_4$ ,  $Na_2SO_4$ ,  $Na_2SO_3$  등의 환원제를 사용하여 수용액 중에 존재하는 용존산소와 다음과 같은 반응을 시켜 산소를 제거시키는 방법도 있다.



〈그림 1〉 용존산소 제거설비 개발추진전략 체계도



이때 미사용된 환원제 및 반응 생성물들은 이온교환수지에 의해서 제거시켜야 한다.

따라서 이 방법은 오래 전부터 알려져 있었지만 이온교환수지의 부하가 증가되고 이온교환수지 재생약품의 사용과다로 관리비의 상승을 초래하여 실제 적용상에 문제가 있다.

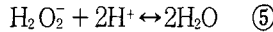
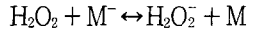
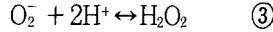
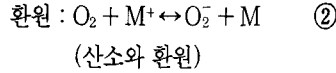
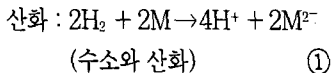
**마. 수소주입형 촉매고정층법**

이 방법은 촉매수지탑의 기하학적 인자, 촉매 접촉시간, 유량보충수중의 산소농도, 수소이용량, 압력, 온도 등의 인자들에 의해 용존산소 제거에 영향을 받으며, 산소제거반응은 사용촉매와 약품에 따라서 Radical 반응과 Non-Radical 반응이 있다.

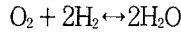
Radical 반응은 촉매(Iron, Copper, Cobalt, Nickel, Manganese)와 Sodium Sulfite( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ )를 사용할 경우 일어나며, Non-Radical 반응은 금속촉매에서 수소 또는 하이드라진과 산소의 반응에 해당되며, 다음과 같은 산화-환원반응이다.

〈표 1〉은 WH사가 설계한 원자력 발전소 1차계통의 건전성 유지를 위하여 용존산소에 대해서 추천한 각 계통별 수질제어 기준치이며, 〈표 2〉는 각 탈기처리방법에 따른 비교·분석을 도표화한 것이다.

**〔산성조건〕**

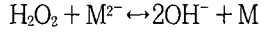
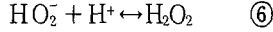
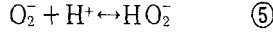
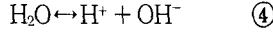
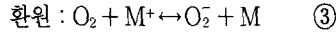
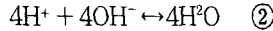
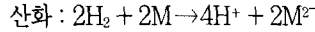


**①~⑤의 Overall Reaction**

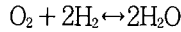


\* M : 금속촉매

〔알칼리성 조건〕



**①~⑦의 Overall Reaction**



\* M : 금속촉매

**5. 개발방향과 전략**

**가. 개발방향**

촉매수지를 이용한 용존산소 제거 장치는 IWC에 보고된 〈표 2〉와 같이 경제적이고 운전이 편리하며 시스템이 간편하고 용존산소 제거능력이 우수한 장점을 가지고 있는 시스템으로, 이를 국산화하기 위하여 다음과 같은 개발방향을 설정하였다.

**① 시스템 신뢰성 확보**

미국 및 외국에서 사용하고 있는 촉매수지를 적용하여 시스템의 신뢰성 확보

**② 안전성 확보**

PC 및 PLC 공정제어를 통해 가스의 누출 등 시스템의 안전상에 문제가 발생할 때는 자동으로 가스 차단 및 누출가스 배출이 이루어지도록 안전하게 설계

**③ 사용 및 유지·보수의 편리성**

기존 원자력발전소에 쉽게 부착·사용할 수 있도록 Mobile 타입으로

〈표 1〉 Recommendation of Westing House for Dissolved Oxygen Control in Reactor Cooling System Water

Make-up water measured at the outlet of the water treatment plant	≤100ppb
Water feed to the reactor coolant system	≤100ppb
Reactor fluid system during hydrostatic and hot-functional prestart-up testing	≤100ppb
Residual heat removal system and reactor coolant system during preparation for power operation	≤100ppb
Reactor coolant system during power operation	≤5ppb
Component cooling loop of the aux. coolant system	Same quality as reactor coolant system make-up water

〈표 2〉 각 용존산소 제거장치들의 Operating Cost 비교(IWC-84-93)

Oxygen Control	Advantages	Disadvantages	Operating Costs (Excluding Maintenance) for 8ppm Inlet O <sub>2</sub>
Catalytic Removal (Lewatit OC-1045)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Low equipment cost</li> <li>- No energy requirement</li> <li>- Low residual O<sub>2</sub> levels</li> <li>- Works at ambient temperature</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preception of hydrogen handling problems</li> <li>- Remove only oxygen</li> <li>- Other gases are not affected</li> </ul>	US\$ 9,700
Heating Deaerator	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Low equipment cost</li> <li>- No chemicals required for operation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- High space requirement</li> <li>- High energy requirements</li> <li>- Uneconomical when heat of operating steam cannot be recovered</li> <li>- Relies on availability of steam</li> </ul>	US\$ 125,000 US\$ 1,100,000
Vacuum Degasifier	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No chemicals required for operation</li> <li>- Works independent of steam supply</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- High space requirement</li> <li>- High equipment cost</li> <li>- Maintenance intensive(Vacuum pumps)</li> <li>- High energy costs(Electricity)</li> </ul>	US\$ 180,000
Hydrazine Addition	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Low equipment cost</li> <li>- Low residual O<sub>2</sub> levels</li> <li>- Provides reserve alkalinity</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Handling and disposal problems</li> <li>- Ineffective below 70°C</li> <li>- High chemical cost</li> </ul>	US\$ 60,000

개발함으로써 유지 및 보수가 매우 간편

④ 설계 및 제작의 100% 국산화  
설계 및 제작에 있어 국내 기술로써

개발

나. 개발전략

① WH사 기술연수

용존산소 제거기술의 습득을 위해 연구원들을 미국의 WH사에 기술연수시킴으로써 기존설비의 문제점을 해결할 수 있는 신기술 습득에 주력

② 한국원자력연구소 기술지원

△ 촉매탑 분야 △ 수소용존 설비분야 △ 여과설비 분야 △ 장치의 단위

별 성능개선 등의 부분에서 보다 우수한 용존산소 제거설비를 완성할 수 있도록 기술지원

### 용존산소 제거장치의 개발

이번에 개발된 용존산소 제거장치는 〈표 3〉과 같은 시스템 파라미터(System Parameter)를 가지고 있으며, 전 공정이 PC와 PLC 자동제어에 의해 24시간 연속운전이 가능한 시스템이다.

또한 Mobile 타입의 설비로서 어느 곳이든 이동이 가능할 수 있도록 설

계 · 제작되었다.

〈그림 2〉는 용존산소 제거장치(CORS)의 공정흐름도이다.

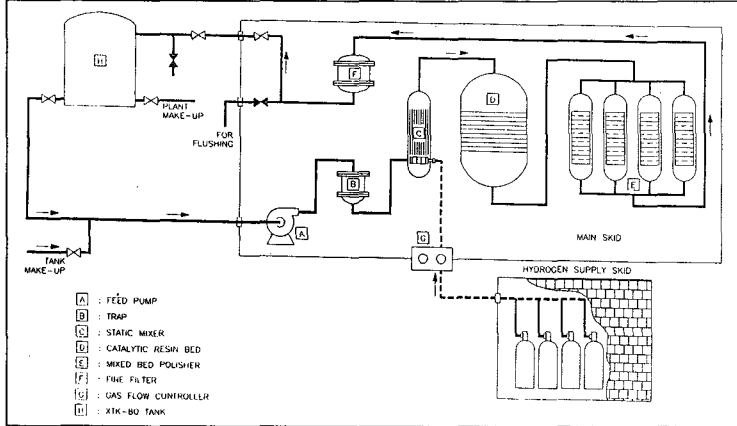
### 1. CORS의 구성 및 주요기능

가. Resin Tank

금속촉매를 함유한 음이온 교환수지로 충전되어 있으며, 산소제거반응이 일어나는 핵심장치로서 반응용기의 모양, 용기내 수소의 포화도 및 처리수의 용기내 체류시간(접촉시간)에 따라 산소제거 정도가 달라진다.

나. Resin Trap

반응기로부터 유출된 Resin을 포획



(그림 2) 용존산소 제거장치(CORS)의 공정흐름도

(표 3) 용존산소 제거장치(CORS)의 시스템 파라미터

CORS flow rate, operating range	20 to 48m <sup>3</sup> /hr
Inlet water pressure, limits	2 to 25psig
Outlet water pressure maximum	50psig
Inlet water temperature, maximum	48℃
Dissolved oxygen, inlet	0 to 11,000ppb
Dissolved oxygen, outlet, maximum	10ppb
Dissolved hydrogen, outlet, maximum	30ppb
Hydrogen supply pressure	300psig ± 20
Hydrogen injection flow, maximum	0.21scfm(15SLM)
Instrument air supply pressure	60 to 80psig

하는 곳

다. Mixing Chamber

용존산소를 함유한 복수와 주입되는 수소가스의 혼합이 일어나는 곳

라. Hydrogen Cylinder

수소가스의 공급원

마. Gas Filter

수소가스의 여과

바. Prefilter

Feed Water의 여과

Control Cabinet

요구되는 수소주입량을 조절

자. Mixed Bed Polisher

수지에서 용출될 가능성이 있는 이온들을 제거

차. 수소가스 Detector

Leak되는 수소가스를 감지하여 시스템을 정지시키는 센서

카. Blower

Mixing Chamber의 가스주입 부

사. Feed

Pump

Filter 전단에 Feed Water Storage Tank로부터 Filter를 통하여 주처리 장치로 Feed Water를 공급

아. 수소가스

분과 가스 Control Cabinet내의 공기를 지속적으로 배출

2. 운전 및 시료의 Sampling

가. 운전방법

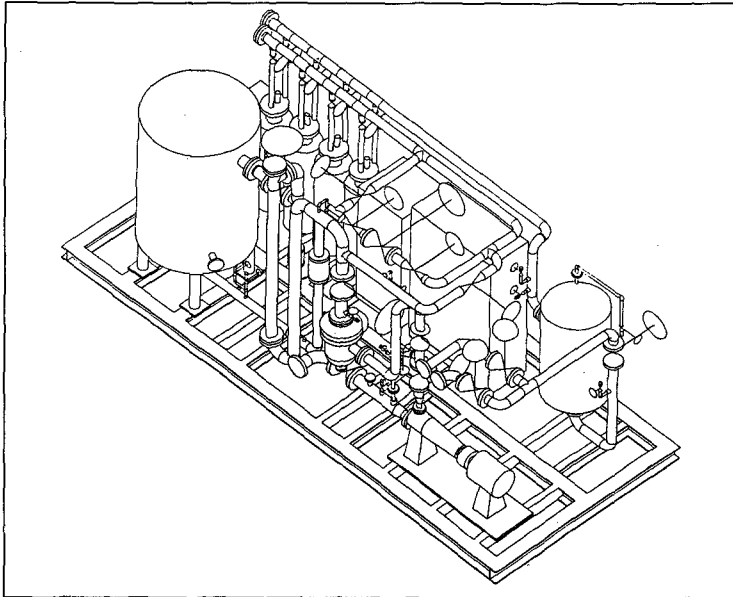
운전에 사용되는 원수는 2차저장탱크인 Demi. Storage Tank와 수처리실에서 보내져 오는 Make-up Water를 Mixing하여 보내지는데, 이때 계기압 7mH<sub>2</sub>O(±0.2)를 유지하며 공급된다.

이것은 Centrifugal Pump에 의해 용존산소 제거장치내로 12.7kg/cm<sup>2</sup>의 압력으로 유입되어 1차적 여과를 위해 필터를 거친 후에 Mixing Chamber 내에서 약 20kg/cm<sup>2</sup>의 압력으로 수소가 유입되어 수중에 용존된 상태로 흐르게 되는데, 물속의 산소분자와 유입 수소분자의 반응성을 촉진하기 위해 축매수지를 충전한 Catalytic Resin Bed를 통과시켜 Resin Trap을 거친 후, 잔존하는 이온 성분들을 제거하기 위하여 MBP (Mixed Bed Polisher)를 최종적으로 통과시킨다.

이와 같은 일련의 공정은 PC와 PLC에 의해 자동으로 운전된다.

나. Sampling 및 측정

Inlet DO(Dissolved Oxygen)는 Inlet Sampling Line을 통해 Inlet DO Meter로 시료를 유입시키고, DO Meter를 거친 시료들은 By-pass되며, CRT 모니터상에서 ppb 단위로 측정된다.

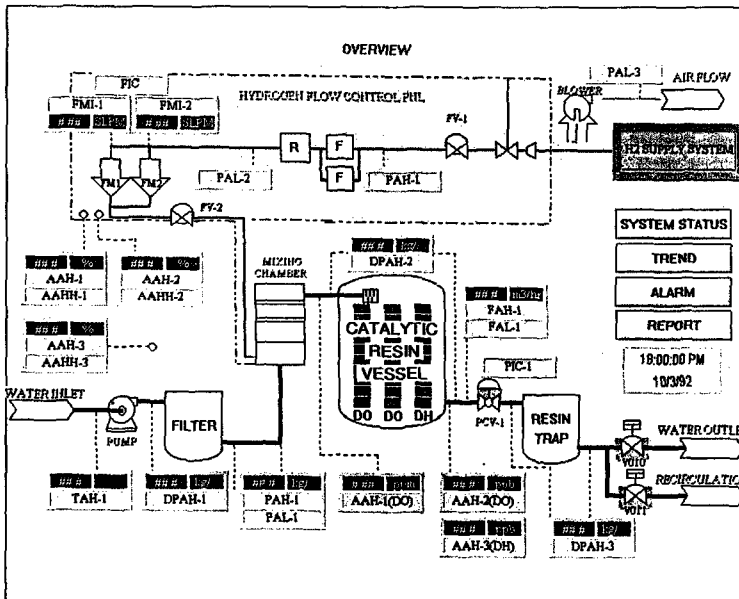


〈그림 3〉 용존산소 제거설비(CORS) 3D Modeling 도면

Outlet DO 역시 Outlet Sampling Line을 통해 Outlet DO Meter로 유입된 시료를 By-pass시킨 후에, CRT 모니터상에서 ppb 단위로 측정된다.

DO 측정과 동일한 Line 배열상에서 DO Meter를 통과한 시료를 배수시키는 곳에 Conductivity Meter를 연결하여 Inlet DO 측정과 동시에 Inlet Conductivity를 측정하고, Outlet Conductivity는 처리된 물을 다른 Line을 이용하여 동일한 Conductivity Meter를 이용하여  $\mu\text{s}/\text{cm}$  단위로 읽어 측정한다.

〈그림 4〉는 CRT 모니터상의 공정흐름도이다.



〈그림 4〉 CRT 모니터상의 공정흐름도

### 3. 운전결과

한국전력공사 고리원자력 제1발전소 화학부의 협조를 얻어 95년 2월부터 현재까지 성능시험을 행한 결과 매우 우수한 처리수를 얻을 수 있었다.

시스템 신뢰성 테스트를 위해 95년 4월 12일부터 5월 31일까지 24시간 연속운전 신뢰성 테스트를 한 결과를 〈그림 5〉와 〈그림 6〉에 나타내었다.

### 국산화 개발의 의 및 활용전망

원자력발전소 2차 계통수중의 용존산소를 제거하여 터빈 급수기 및 응축기 등의 주요설비 부식원인을 제거함으로써, 원자력발전의 경제성 및



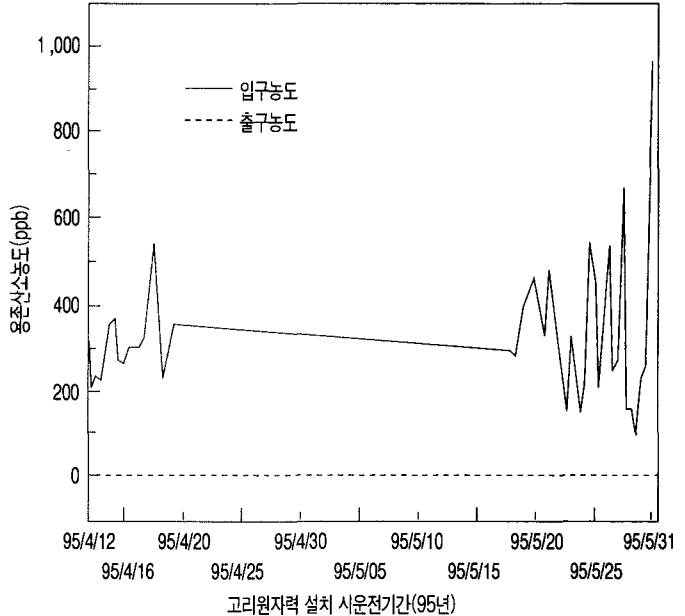
원전설비의 안전성을 크게 향상시킬 수 있는 장치를 개발·국산화함으로써 여러가지 큰 의의를 갖는다.

첫째, 기존의 형태와는 달리 상온에서도 기능을 발휘할 수 있고 계통에 미치는 영향을 최소화할 수 있는 장치를 개발함으로써, 발전설비의 질적인 향상과 원전수명 연장 및 안전성 향상에 크게 기여하게 되었다.

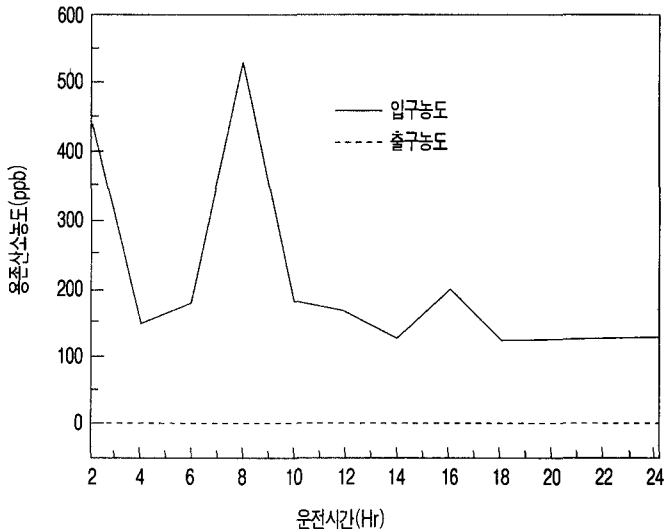
둘째, 기존 원자력발전소에 쉽게 부착·사용할 수 있도록 촉매수지를 사용하는 고정층법을 이용한 Mobile 타입의 용존산소 제거장치를 개발하여, 설비의 유지·보수가 용이하고 기존에 사용하던 설비의 대체 역시 용이하게 되었다.

셋째, 국내에서는 아직까지 자체 개발이 이루어지지 않은 용존산소 제거 장치의 단위별 부분설계기술을 확보함으로써 중소기업의 산업장치 제작에 대한 기술수준의 향상과 국산화 개발로 인한 수입대체효과를 가져올 수 있다.

넷째, 용존산소를 100ppb 이하로 제거할 수 있는 기존의 탈기 장치보다 성능이 탁월하며, 10ppb 이하로 제거할 수 있는 기술을 개발함으로써 원자력발전소 이외의 발전소(화력·열병합 등)에서의 사용이 가능하며, 국내의 반도체·제약 및 정밀화학분야 등의 여러 산업체에도 적용이 가능함에 따라 그 공급범위 역시 크게 확대될 것으로 전망된다. ☞



〈그림 6〉 고리원자력 제1발전소 운전결과(95년 4월 12일~5월 31일)



〈그림 5〉 고리원자력 제1발전소 운전결과(95년 4월 13일)