

# 폐수 재활용 시스템 구축 사례

## -삼성코닝 구미사업장-

삼성코닝 구미사업장은 1989년 공장 준공 이후 생산라인 증설 및 디지털 전자정보 소재 사업의 확장으로 용수 사용량이 지속적으로 증가되어 왔다.

이에 당 사업장에서는 꾸준하게 용수 절감활동을 시행하여 용수사용량을 60% 이상 감소시켰으며, 국내 최초로 저비용고효율의 이온교환수지를 활용한 폐수재활용 시스템 구축에 성공함으로써, 처리 후 버려지는 폐수의 고부가가치를 창출하여 소중한 자원으로 재탄생시켰다.

아울러 폐수처리 신약품 개발, 공업용수 생산시스템 및 무방류 시스템 구축 등 세계 최고의 친환경기업으로서 자리매김하기 위해 끝없이 도전하고 있다.

### 1. 추진배경

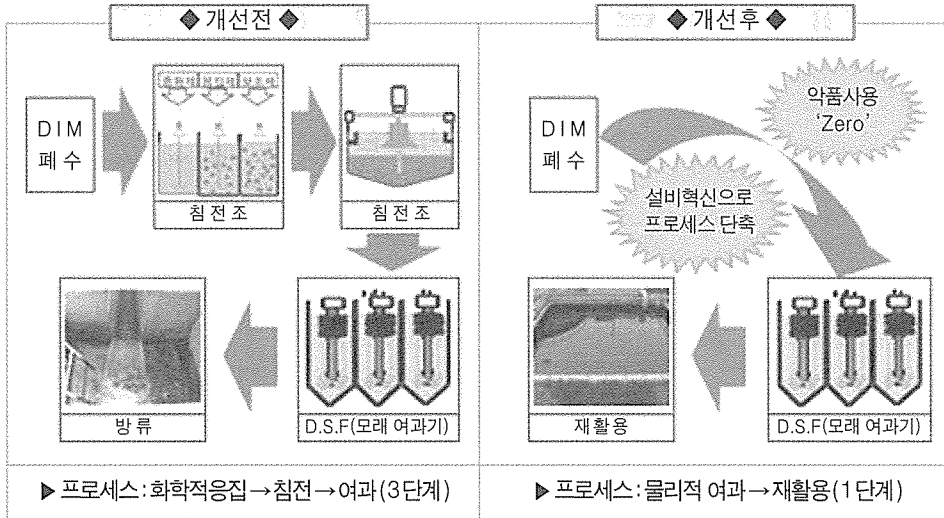
20세기가 석유 쟁탈 전쟁이었다면, 21세기는 물을 차지하기 위한 전쟁이 될 것이라고 경고하고 있다. 세계적으로 수질오염과 물 부족 현상이 지속적으로 심화되고 있어, 물은 생명의 근원일 뿐만 아니라 경제의 최대 무기로 되어 가고 있는 것이다. 우리나라만 보더라도 옛말에 아낌없이 흥청망청 써버릴 때 '물 쓰듯 한다' 라는 말이 있을 만큼 물이 흔한 나라였으나, 현재는 UN이 정한 물 부족 국가에 해당한다.

UN 분석 자료에 따르면 2000년 1인당 물 사용 가능량이 1,488m<sup>3</sup>로 물 부족국가에 해당되었으며, 2025년에는 1,199m<sup>3</sup>까지 감소할 것으로 분석되는 등 갈수록 물 사정이 어려워질 것으로 전망하고 있다. 국내적으로는 4대강 특별법 시행에 따른 수질오염물질 총량규제, 수질환경보전법 규제 강화, 물이용 부담금 급증 및 중수도 제도 신설 등 물 관리가 기업경영의 핵심과제로 급부상하고 있다.

삼성코닝 구미사업장은 폐수처리 신기술 및 응집제 개발 등으로 누구나 마음 놓고 마실 수 있는 폐수처리수를 생산하여, 한국보건환경연구원으로부터 폐수방류수의 음용수 적합 판정을 받으면서, 친환경기업으로서의 투명성을 인정받고 있으며, 지난 2000년부터 현재까지 매년 1000명 이상의 초등학생을 초청하여 환경체험학습을 시행함에 따라 미래 환경보전 주역을 양성하는데도 노력을 기울이고 있다.

아울러 물 부족 사태에 대비하여 한 방울의 물이라도 헛되어 버리지 않고 전량 재활용하는 청정사업장을 구현하기 위해 1989년 건설 초기부터 폐수 재활용시설을 설치하는 등 미래 수자원 확보와 환경보전을 위해 투자와 개선을 전개한 결과 국내 최초로 이온교환수지를 활용한 최고 효율(Input 대비 Output:10배)을 갖춘 폐수 재활용시스템을 구축하여 그 추진사례를 소개하고자 한다.

〈그림1〉 폐수처리 프로세스 개선 전/후 비교



※개선결과:전기전도도:600→480uS/cm, 폐수처리약품비용:20% 감소

## 2. 추진개요

### ■1단계(~1998년) : 폐수 재활용시설 및 PLC Monitoring System 설치

가. 폐수고도처리시설을 설치하지 않고도 폐수를 재활용할 수 있는 저비용 고효율의 급속모래여과장치를 설치하여 브라운관 연마공정에 사용하는 공업용수를 폐수 재활용수로 100% 대체하였으며, 그 결과 일일 폐수 재활용량 8,000톤을 달성(폐수 재활용률 70%)하여 연간 1,460백만 원을 절감하였다.

나. 일일 폐수처리 Capa' 가 20,000m<sup>3</sup>인 폐수처리 공정을 안정적으로 운영하기 위하여 PLC Monitoring System 설치를 통한 원격 운전 및 2중 경보/통신/방호시스템을 구축하였다. 따라서 어떠한 비상사태가 발생하더라도 시스템과 운전자간 쌍방향 통신을 통한 신속한 대응으로 환경사고 발생 요인을 제로화 하였다.

### ■2단계 (~2000년) : 폐수처리 프로세스 개선 및 신약품 개발 적용

가. 원수의 인입 단계에서 TSS(총불용성 고형물)와 TDS(총용존성 고형물)의 자동측정 및 조정시스템을 설치하여, 양질의 폐수는 화학적 응집과 침전 없이 급속모래여과처리 후 전량 재활용하는 폐수처리 프로세스를 구축하였으며 이에 따른 수질개선으로 브라운관 제조 전 공정 및 소화용수를 폐수 재활용수로 100% 대체하였다. 그 결과 일일 폐수 재활용량 1만 톤을 달성(폐수 재활용률 80%) 하였으며, 연간 용수절감효과 20억 원을 달성하였다.

나. 국내 폐수처리 약품을 수집 분석하여 적절한 약품을 선정한 후 지역대학과 산학협동을 통해 당사 폐수처리에 최적인 약품을 개발 적용함으로써 수질개선 및 폐수처리비용을 절감하였다. 이에 따른 효과로 연간 폐수처리약품비용을 154백만 원 절감하였으며, 폐수처리 원단위는 23%가 감소하였다.

### ■3단계 (~2005년) : 국내 최초 이온교환수지를 활용한 폐수 재활용 시스템을 구축

- 최종 방류수 일일 2,500톤을 전량 회수한 후 공업용수로 생산하여 용수비용을 연간 5.5억 원 절감하였으며 본 시스템의 연간 운영비용은 0.5억원으로써 Output 대비 Input비용이 10%에도 미치지 못하는 국내 최고 저비용고효율의 폐수 재활용 시스템이라 하겠다.

#### 가. 초기 현 수준 분석

폐수 재활용수와 공업용수의 수질을 정밀 분석한 결과 수질오염물질은 차이가 없었으나, 전기전도도와 이를 구성하는 이온 중 Si, Na, Cl, K이 높게 나타났다.

따라서 전기전도도를 감소시킬 수 있는 방안으로 R/O(역삼투압:Reverse Osmosis)와 이온교환수지, 전기 투석법을 검토하였으며, 이중 전기 투석법은 고전

력, 유독물 사용, 가스발생 등 위험성이 높고 시설규모와 투자비용이 막대하여 분석대상에서 제외하였다.

#### 나. 폐수 재활용 시스템 선정

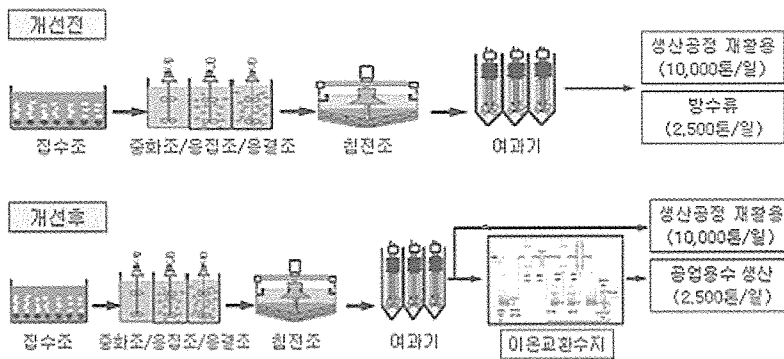
이온교환수지 3개 방식(CO-CURRENT Type, COUNT CURRENT Type, PACKED BED Type)을 분석한 결과, 수중의 Si, Na 등에 대한 제거율이 높고, 운전비용이 낮은 PACKED BED (FLUIDIZED) 방식을 채택하고, R.O와 이온교환수지의 비교 분석 결과 수질에 대한 RISK 및 경제성 측면에서 이온 교환수지가 당사에는 적합한 것으로 판정되어 선정하게 되었다.

#### 다. 폐수 재활용시스템 설치 결과

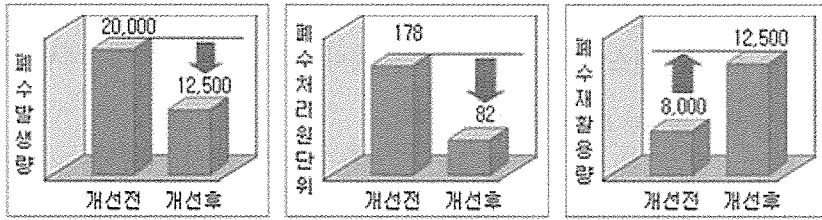
최종 방류수 일일 2,500톤을 공업용수로 생산, 재활용하여 연간 5.5억 원의 용수비용을 절감하였다.

〈표3〉이온교환수지 및 R/O분석결과

구분	R/O(역삼투압)	이온교환수지
분석내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>당사의 폐수처리수의 특성을 고려할 때 Membrane의 막힘현상발생 등 위험성이 존재함.</li> <li>경제성 분석결과 투자비용과 운전비용이 과다함.               <ul style="list-style-type: none"> <li>→ 유형효과 : 1.5억원/년 (효과 : 3억원 / 년, 운전비 : 1.5억원 / 년)</li> <li>→ 투자비용 : 5억원</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>R/O에 비해 설비 위험성이 작다.               <ul style="list-style-type: none"> <li>→ 수지를 사용함으로써 Membrane막힘 현상이 없음.</li> </ul> </li> <li>투자비용과 운전비용이 R/O에 비해 유리함.               <ul style="list-style-type: none"> <li>→ 유형효과 : 5.0억원 / 년 (효과 : 55억원 / 년, 운전비 : 0.5억원 / 년)</li> <li>→ 투자비용 : 3.9억원</li> </ul> </li> </ul>
분석결과	적용 불가	당사에 적합



〈그림2〉 이온교환수지를 활용한 폐수 재활용 시스템 구축 후 Process Map



〈그림3〉 개선전/후 비교

### 3. 추진 성과 및 향후 계획

지금까지의 개선결과 일일 용수 재활용량은 1만2,500톤을 달성하여 연간 용수비용을 27.4억원 절감하였으며 1999년 이후 폐수 발생량은 일일 2만 톤에서 1만2,500톤으로 감소하였고, 폐수처리 원단위는 54%가 감소하여 연간 폐수처리비용 8.5억 원을 절감하였다.

이제 물을 물 쓰듯 하는 시대는 지나갔다. 물은 21세기 최고의 자원으로서 수자원 확보야 말로 국가와 기업의 경쟁력을 결정짓는 최고의 무기가 될 것이다. 삼성코닝 구미사업장은 지속적으로 폐수처리 및 재활용 기술을 개발하여 확산 전개하고, 외부 홍보와 교육을 통하여 기업의 환경경쟁력 확보는 물론 우리나라의 환경보전에 앞장서겠다.

또한 초등학교 환경체험학습 프로그램의 개발과 시행

을 통하여 미래 환경보전활동의 주역을 양성하고, 지역하천의 감시 및 정화활동을 강화하여 지역사회와 더불어 발전하는 기업이 되겠다.

환경은 우리가 후손에게 그대로 보존하고 계승해야 할 소중한 자산으로서 이를 보존하기 위해 6시그마와 삼성의 녹색경영 5대 실천목표(제품의 녹색화, 공정의 녹색화, 사업장의 녹색화, 지역사회의 녹색화, 경영의 녹색화)를 바탕으로 우리나라의 친환경기업을 선도하는 기업이 되고자 최선을 다하겠습니다.

-이 글은 2005년 여름호에 삼성지구환경연구소에서 발간한 '그린삼성' 웹진에 게재된 내용이다. 본 보고서에 관한 문의는 삼성지구환경연구소로 연락바랍니다.

TEL:02-3458-3142

#### 연합회 입회 안내

- 홈페이지(www.keef.or.kr) 연합회 회고 참조
- 회원구분: 지역협의회에 가입하지 않은 준회원
- 문의: 연합회사무국 T:(02)852-2291 (대)