

# 국내 청정기술의 연구동향 및 도금기술의 청정화



노 병 호

(KIMM 재료공정연구부)

- '78 인하공대 화학공학과(학사)
- '78 - '83 한국과학기술연구소 연구원
- '84 - 현재 한국기계연구원 선임연구원
- '93 - 현재 UNEP Metal Finishing Working Group회원
- '97 - 현재 한국청정기술학회 이사



남 호 연

(KIMM 재료공정연구부)

- '96 인하대학교 환경공학과(학사)
- '96 - '98 인하대학교 환경공학과(석사)
- '98 - 현재 한국기계연구원 위촉연구원

## 1. 서 언

지구상의 여러 나라가 어수선한 가운데, 우리나라도 경제주체로서 막강하게 군림해왔던 기업 및 금융집단은 구조조정과 달려만을 기다리며 국가경제는 총체적 위기에 봉착해 있다.

돌이켜 보면, 우리민족은 역사적으로도 많은 어려움을 겪어왔었고, 순간 또는 단기적으로는 그때그때를 슬기롭게 이겨낸 것도 사실이지만, 오늘날의 상황은 옛날과는 크게 달라진 느낌이 든다. GATT 및 우루과이협상(UR)이후 새로 탄생한 세계무역기구(WTO)의 출범은 국경없는 세계시장에서 강자만이 살아남을 수 있고 세계화의 주인이 될 수 있음을 이미 예고한 바와 다름없었다. 이미 선진국들은 21세기에 그들 자체의 번영과 행복을 위해서 지구환경 전체를 앞세우며 세계화 기준(global standard)을 준비하고 현재도 지속적인 연구와 규제를 제정하고 있음을 간과해서는 안될 것이다.

과거의 잘못을 반성, 실천하고 나보다 전체를 위한다는 생각하에서 어려울 때 일어나기 위해 더욱 노력하고, 단기적인 사고 보다는 중장기적인 사고에 비중을 두면서 사람과 기술을 개발하고, 새로운 시장을 개척해야 함은 이미 세계적으로 성공한 사람, 국가들의 저서나 경제학자들의 코멘트에서 귀에 익은 진리이다. 거기에 하나 더 보태어 미래를 예측하고 대비한다면 경쟁력은 일당백, 일당천이 가능할 것이다. 이제 그러한 주제를 이야기하고 싶다. 한국기계연구원이 발간하는 기계와 재료 '98 가을호에 청정기술특집이 배려되어 한국, 독일, 프랑스, 일본 등에서의 청정관련

기술동향을 다루게 된 것을 감사하게 생각한다.

여기 새로이 소개하는 청정기술을 토대로, 모든 산업이 차세대의 혁신적 생산체계화 되는 paradigm shift의 계기가 되고, 모든 공장에서 에너지와 자원이 순환되어 Eco-Factory화 되는, 그리고 소재-가공-생산-유통-소비-폐기의 전과정이 평가되고(LCA기법), 제어됨으로써 세계지배가 아닌 세계공영의 새로운 기술체계(paradigm)를 개발, 보유, 실천한다면 틀림없이 대한민국은 세계를 선도하는 21세기의 주역이 될것으로 생각된다.

IMF이후의 복병은 아마도 환경문제일 것이며, 환경보호가 세계적으로 심각하게 대두되고, 국제간 무역과 깊숙히 연계될 것이 분명하므로, 이에 대한 지금과 같은 무방비 자세로는 또 다른 어려운 위기에 봉착할 것으로 예측된다. 아마 지금은 꿈같은 얘기라고도 할 수 있지만, 꿈은 정말 이루어지고 그것도 조만간에 우리앞에 현실로 나타나게 될것이라고 조심스럽게 예언하고 싶다.

## 2. 청정기술이란

청정기술은 자원을 덜사용하고 환경에 피해를 덜주고, 경제적으로 경쟁력이 있으며, 인류에게 이익을 주는 기술로서 정의된다.<sup>[1]</sup> 즉, 단순한 의미로는 오염물질발생을 최소화시키는 오염방지 개념의 사전예방적(FOP, front of pipe)기술로서 기존의 오염정화기술, 사후처리(EOP, end of pipe)기술과 완전히 대조적인 차이가 있다.

현실적으로는 자원 및 에너지 소비량까지 감안하고, 규제·감시대상의 폐기물을 포함, 환경오염물질 전체를 미활용자원으로 간주하여, 지구생태학적인 차원에서 자연순환시키거나 회수, 재이용또 알맞게 용도를 개발하는 수단 즉, 그림 1과 같이, 생산·제조 공정내에서 이들의 발생을 원천적으로 억제하고 그 활용 방법을 개발하는 것과 동시에 그럼에도 불구하고 발생하는 오염물질을 환경의 피해가 가장 적은 방법으로 처리하는

데 필요한 기술을 모두 의미하고 있다. 특히 청정기술은 품질면에서도 설계면에서도 핵심요소기술이자 엔지니어링기술로 발전하여 ECO CIM(Green Manufacturing), Design for Environment가 실현되고 있다.

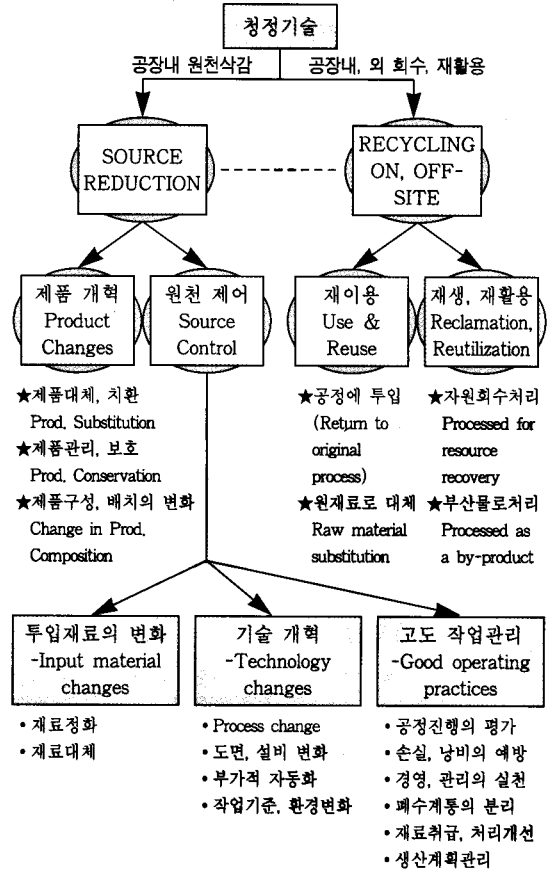


그림 1. 청정기술의 기본개념

지금까지의 원료·공정·상품개발은 최종 생산품만에 대한 공정의 효율을 극대화 하는 것이 목표였고, 유한한 자원의 사용이 오염물질을 발생시키고, 다시 이러한 현상이 인류와 주변환경에 경제적, 사회적 부담을 가중시켜 왔음은 부인할 수 없을 것이다.

청정기술은 사전예방적 환경기술이기는 하나, 청정기술의 도입과 실천은 지구규모의 자원절약이나 에너지절약의 해결뿐아니라 원가절감, 품질

향상 및 개선과 ISO 14000 family 규격인증의 부가적 다양한 혜택, 산업안전문제 그리고 각종 산업활동으로 인한 인근주민 또는 해외현지인과의 마찰해소와 신뢰성확보 및 건강유지라는 사회적효과도 지대하기 때문에 기업활동의 핵심적 경영 및 철학이 되고있다.

또한 원료에서 소비까지의 전과정평가(원료, 사용된 물질, 에너지)는 기본 항목이며, 부가하여

- 오염물질 최소화
- 청정재료, 청정공정, 청정제품개발
- 폐기물의 자원화, recycle화

까지 포함되고, 그림 1에 나타난 것처럼, 종합적이고 광범위하며, 전 산업에 공히 적용이 가능한 청정화는 이미 세계적추세임을 알 수 있다.

한편 청정기술과 ISO 14000 family규격의 관계를 보면,<sup>[2]</sup> 그 출발시점과 세계적 관심을 집중시켰다는데 유사점이 있다. 1992년 6월 브라질 리우의 지구정상회의(earth summit)에서 완전히 성숙된 국제환경경영시스템으로 ISO 14001(EMS)이 채택된바 있다. 그러나 이때까지만 해도 ISO 14001(EMS)은 실제로 환경이행의 개선보다는 관료주의적 이익과 관련 대체적인 행동으로서 너무 쉽게 비춰졌다는 점이다. ISO 14001(EMS)이 실질적인 환경이행의 유용한 도구임에는 틀림없지만, 언뜻보면 일부분으로서 우리의 환경에 대한 경솔하고 무분별함에 대한 만병통치약으로 보여질 수도 있다. 즉, 청정기술을 이용한 청정생산 전략과 그자체로 의미심장한 환경이행이나 환경 개선으로 변화하는데 필요한 혁신적·사전예방 행동적 접근도구의 하나인 것이다.

이러한 청정생산체계의로의 전환은 지속가능한 개발의 목표를 달성하는 전술전략에 해당될 수 있다. 한편 EMS는 특히 청정생산을 촉진시킬 수 있는 목표내의 뼈대라 할 수 있으며 그 자체가 마지막 단계는 아니다. 청정기술이나 청정생산은 ISO 14000 family의 국제규격안에 뚜렷하게 언급되어 있지는 않다. 청정생산은 기술체계 변화의 기수로서 진행중이다.

또한 상호보완적으로 EMS는 최근 개발되고, 개발중인 기술을 내포한 도구상자이며 여전히 보완·수정이 계속되고, 청정생산은 지속가능성의 총괄목표에 깊은 기여를 하는 단기적 목표이다. EMS에 있는 모든 도구가 이러한 목표를 현실로 만들어 주지 않을까 생각된다.

한편 1998년 최근까지 제안 확립된 ISO 14000 family 의 개요 및 내용은 다음과 같다.

ISO Guide 64 : 1997 Guide for the inclusion of environmental aspects in product standards

ISO 14001~14009 : 환경관리시스템(환경경영체계, Environmental management systems)  
- Specification with guidance for use , General guidelines on principles, systems and supporting techniques

ISO 14010~14019 : 환경감사(Guidelines for environmental auditing)  
- General principles, Audit procedures, Auditing of environmental management systems, Qualification criteria for environmental auditors

ISO 14020~14029 : 환경라벨링(Environmental labels and declarations)  
- General principles, Self-declared environmental claims

ISO 14030~14039 : 환경성능평가(Environmental management, performance evaluation)  
- Guidelines

ISO 14040~14049 : 전과정평가, 분석(Environmental management, Life cycle assessment) - Principles and framework, Goal and scope definition and inventory analysis

ISO 14050~14059 : 용어와 정의(Environmental management, Vocabulary terminology & definition)

한편 용어와 관련하여 청정기술(clean technology)을 청정생산기술(cleaner production)

과 혼용하고 있다.

### 3. 국내 청정기술의 연구동향

국내의 청정기술 관련 연구기관은 대학을 중심으로 시작되어 현재는 출연연구기관, 기업까지 자연스럽게 산학연의 프로그램으로 활성화되어 가고 있으나, 업종별 특성화 연구지원기관인 한국기계연구원, 한국과학기술연구원, 한국환경정책·영향평가원, 한국화학연구소, 국립기술품질원 등 여러 연구기관에서는 예산부족과 인력부족의 어려움을 겪고 있는 실정이다. 이러한 가운데 '97년 서울대의 청정연구센터, '98년 수원대의 환경청정연구센터 지정을 비롯하여, 산업자원부의 청정생산기술개발사업이 1997년부터 본격적으로 시행되고 또 환경부가 주관하는 환경공학기술개발사업내의 청정기술개발사업이 1995년부터 실시되고 있다.

산업자원부의 청정생산기술개발지원사업은 환경친화형 산업구조로의 촉진에 관한 법률에 근거하여, 전자, 자동차, 주물, 염색, 도금 등 12개 분야 업종에 필요한 과제를 각사업자조합이나 기업이 도출하여 공고한 후 공개경쟁을 거쳐 과제를 선정, 실시하고 있다. 이프로그램에 따르면 과제구분을 공정, 처리/재이용, 원료/제품, 기반 등 4개 대분야로 나누어 각각 중-소분야로 추진하고 있으나 원래의 좋은 계획과 구성과는 달리, 몇 명 안되는 총괄주관기관의 인력과 생존에 너무 의존하는 점과 공업기반기술 개발사업의 진부한 집행형태를 답습하고 있는 점이 매우 안타까운 실정이고, 환경부내 청정기술개발사업도 저오염/무공해 공정기술, 청정제품개발, 청정기법개발의 3개 중분야로 나누어 실시되고 있으나 원래 목표와는 다르게 민간참여만을 부르짖고 환경정책 주무부서로서의 책무인, 국가적 우선순위나 청정기술 INFRA구축의 대안없이, 일부 사람에 의해 과제가 좌지우지되는 초보적이며 후진적 단계에 머무르고 있으며, 2개 부처는 비

효율적 업무싸움에 열중이고 국가환경이나 기업 환경 개선은 뒷전으로 보여진다.

한편 한국기계연구원에서는 자체적 경쟁력을 갖고있는 전문적 연구자원과 전문연구그룹이 꾸준히 기술개발을 해왔던 소각로, 탈황탈질 등의 환경기계분야, 도금 및 표면처리 등의 공정기술, 환경기술분야 그리고 재료기술개발분야의 강점을 살리고, 나아가 국가 및 관련기업의 21세기를 사전에 예측, 준비하고자하는 의미에서 1997년부터 자체연구사업의 일환으로 환경재료기술의 기획조사연구를 실시하여<sup>[3]</sup> 표 1, 그림 2와 같은 연구영역 및 연구분야를 도출한바 있으며 특정 연구사업으로 환경·에너지기술분야 개발연구를 실시하고 있다.

표 1. 환경재료기술과 한국기계연구원의 연구영역

| 환경재료 기술 | 한국기계연구원의 환경재료기술 연구영역 |   |
|---------|----------------------|---|
|         | 연구분야                 | 세부연구분야  |
| 재료설계    | 환경조화 재료기술            | - 재료의 LCA 연구<br>- 환경 저부담형 신소재 합금설계<br>- 완전 재활용 가능한 신소재 개발 |
| 공정개발    | 청정재료 공정기술            | - 대체공정<br>- 신공정개발<br>- 공정의 재설계                            |
| 폐기물 처리  | 재활용 기술               | - 철강재료의 재활용 기술<br>- 비철금속의 재활용 기술<br>- 폐기 오염물질의 청정처리       |

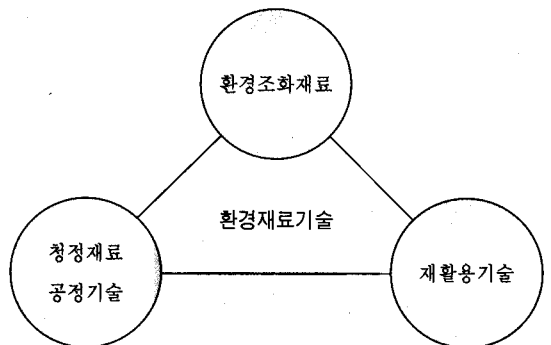


그림 2. 한국기계연구원의 환경재료기술 연구분야

여기에 조금더 구체적이고 확실한 목표를 세운다면, 3그룹은 각각 아래와 같이 될 수 있다.

환경조화재료기술(재료, 재료공정 분야)

- DEVELOPMENT OF ECOMATERIALS AND PROCESSING
- MATERIALS LIFE CYCLE ASSESSMENT
- RECYCLING TECHNOLOGY OF MATERIALS

청정기법, 기술 및 청정생산시스템기술(재료공정, 자동화, 시스템, 엔지니어링 전문연구그룹)

- (CLEAN TECH. AND CLEANER PRODUCTION SYSTEM)
- CLEAN PLATING TECHNOLOGY
- GREEN DESIGN & MANUFACTURING AND CLOSED SYSTEM
- ECOFACTORY

재활용기술 및 환경오염방지기계기술(환경기계, 설비, INFRA 분야)

- ENVIRONMENTAL CONTROL FACILITIES
- CLEAN RECYCLING CENTER
- GREEN INCINERATION TECHNOLOGY

그리고 무엇보다도 청정기술에 대한 이해와 교육, 관련 program의 개발 등에도 정부는 적극적으로 나서야하며 국제기구들과도 긴밀한 협조체계를 구축하고 이미 진출해 있는 WTO나 UNEP 인력에 대해서도 각종 지원대책과 활용 방안을 시급히 강구하여야 할 것이다.

#### 4. 도금기술의 청정화

도금기술의 청정화는 도금공정의 청정화 기법 개발이란 과제가<sup>[4]</sup> 준비되면서부터 나오기 시작한 용어이며, 기존 도금기술의 대체요구와 신기술의 창출이란 개념에서 출발한 기술분야로서

21세기 지향의 기술이라 할 수 있다.

상기과제의 연구는 국가 주요 산업분야이자 수출산업인 자동차, 반도체, 전자, 통신산업등의 주요 핵심부품제조 및 가공에 필수적인 도금 및 표면처리 생산공정을 청정화하여 품질향상은 물론, 환경오염물질의 배출을 원천적으로 저감할 수 있는 소프트웨어적 혹은 하드웨어적 기술을 개발하여 이를 표준기법화하고자 환경공학기술개발사업내 청정기법개발과제로서 산학연 협동으로 95년 12월부터 97년10월까지 2년간 수행하였다.

그 주요내용으로서는, 기존에 국내에서 사용중인 도금공정폐수의 일반적인 처리기술에 대한 검토와 자료수집, 도금공정을 청정화할 수 있는 선진 요소기술을 분석 및 국내에 적용가능한 방안의 모색, 실제 운영중인 현장도금라인에 개발한 기법과 모델을 설치/실험하고 그리고 상기 결과를 바탕으로 표준기법의 골격이 될 기술내용을 지침화하는 것이었다.

본고에서는 상기 연구개발 결과중에서 국내 실정에 최우선적으로 적합하다고 생각되는, 크롬도금 및 크롬계처리라인의 이온교환법에 의한 처리기법을 소개하고자 하며, 이와 같은 공정은 벌써 2년여 동안 현장테스트를 실시하여 검증받고 있으며, 혁신적인 기술로서 관련기업으로부터 대한영을 받고 있음을 참고로 밝혀두고 싶다.

#### 4.1 이온교환수지의 도금폐수처리예의 응용

##### 4.1.1 종합폐수처리

이 방법에서는 그림 3과 같이, 공장내의 모든 수세수를 1개조에 모아서 집중처리하는 것이 특징이다. 이 경우 재생시의 용리액은 혼합이온을 포함하기 때문에 재이용하지 않고, 제독후 중화침전시켜 혼합슬러지로서 폐기 처분한다. 그러나 경제성고려가 필요하다.

##### 4.1.2 크롬도금 폐수처리

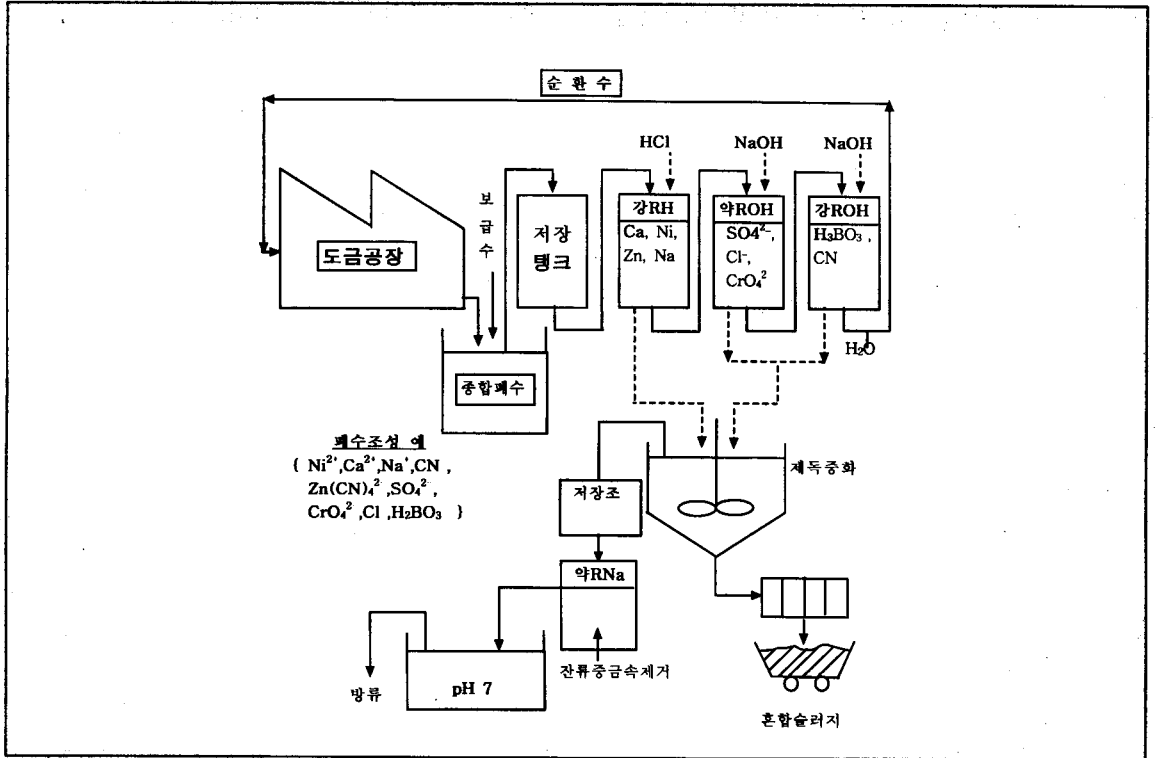


그림 3. 이온교환수지시스템에 의한 종합폐수처리

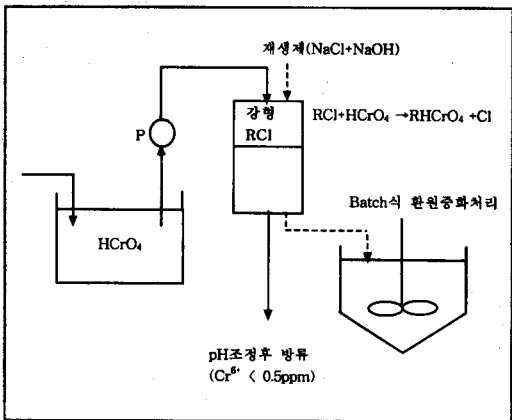


그림 4-1. 크롬도금 폐수처리에 이온교환의 응용

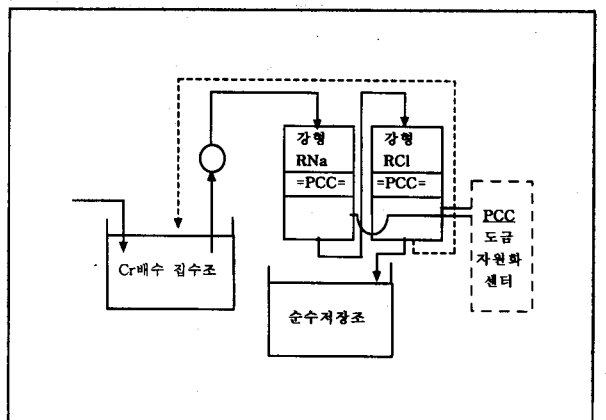


그림 4-2. 크롬계 폐수의 PCC이용 이온교환시스템의 응용예

이 방법에서는 그림 4-1, 4-2와 같이, 크롬도금 수세수의 크롬산이온을 이온교환수지로 흡착 제거하고, 용리농후액을 배치식으로 환원중화처리한다. 이온교환수지의 탈이온작용과 농축작용을 이용하는 방법이다. 크롬산이온은 그림 4-1에

나타난 것처럼 산성에서는  $\text{HCrO}_4^-$ , 중성에서는  $\text{CrO}_4^{2-}$ 로서 흡착된다. 이온교환수지로서는 내산화성이 좋은 매크로포러스형의 강염기성수지 Cl형을 사용한다. 재생제로서는 NaCl-NaOH혼합액(예 9% NaCl+1% NaOH)이 유효하지만, 용리

액중에는 크롬산소다와 동시에 Cl를 다량으로 포함하므로 도금액으로서 재이용은 불가능하다. 그러나 그림 4-2와 같이, 도금환경 INFRA시설로 도금자원화센터(가칭 CLEAN PLATING CENTER 또는 PLATING CLEAN CENTER)가 구축되면 바로 도금액이나 도금약품으로 회수가 가능할 것이다.

4.1.3 크롬도금 수세수를 순환 재이용하고, 용리 크롬산소다를 탈Na처리하여 재이용하는 방법

물 순환을 하기 위해서는 양이온교환수지 H형과 음이온교환수지 OH형을 사용하지만, 이 예에서는 그림 5와 같이, 순수한 크롬산소다를 용리시킬 목적으로 약염기성음이온교환수지를 사용하고 있다.

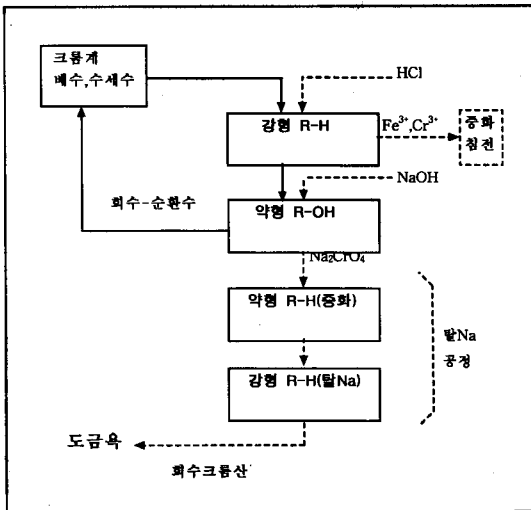


그림 5. 크롬계 배수에서 물과 크롬산의 회수

4.2 현장실험

4.2.1 크롬도금공정

도금공정의 청정화기법 개발과제에서 개발하여 설계, 제작, 실험한 모델장치의 현장적용 실험을 위해서는 상기 모델과 유사한 도금현장을 선택하여야 한다. 실제 도금제품이 현장 생산과

인과 작업조건하에서 도금되고, 수세수가 배출되고 또 폐수처리되어야 하기 때문이다. 그중 한곳에 선진국에서는 이미 검증된 바 있고 국내의 상황에서 가장 경제적이고 효율성이 기대되는 이온교환수지 시스템을 투입, 약 6개월 동안 실험하였다.

T-S 도금공장의 자동도금라인중 크롬도금공정을 선택하였다. 이 회사는 하루 22톤 즉, 매일 547톤의 용수(=배수량)를 사용하고 있으며, 크롬도금라인에서의 하루 물사용량은 22톤/일 이었다.

앞장에서도 적었듯이, 크롬도금은 금속크롬 자체의 빛깔, 높은 경도, 내마모성 등의 다른 금속과 비교할 수 없는 특성을 갖고 있기 때문에 대부분의 장식도금에서는 거의 필수적이고, 각종 기능성이 요구되는 많은 산업분야에 공업용도금으로 각광을 받고 있는 도금분야이다. 그러나 자원면에서는 전량 수입에 의존하고 또 도금환경면에서도 시안화합물과 함께 공해의 주인공으로 인식되어, 기존의 폐수처리에서 3가크롬으로 환원시킨 뒤에 응집, 침전시켜 할 수없이 매립시키는 고비용 저효율의 비생산적이며, 후진적 순환이 반복되고 있는 실정이다

그림 6에는 T-S사 크롬도금라인의 공정과 현장테스트모형을 나타내었다.

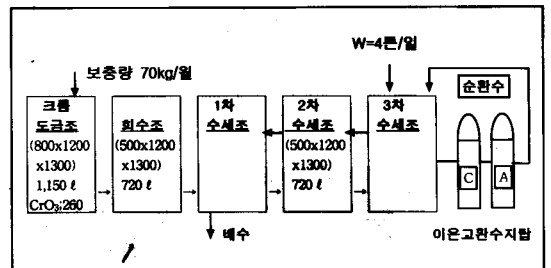


그림 6. T-S사의 크롬도금공정과 이온교환장치설치 공정도

상기 현장실험 결과를 보면, 하루 용수사용량이 4톤에서 1톤으로 3톤이 줄었으며, 아울러 크롬폐수처리에 사용되는 환원제인 중아황산소다의

월간소비량도 500Kg이나 감소하였다. 결국 수세수의 75%를 회수재사용할 수 있음을 알았다.

상기 결과를 경제성으로 계산해 보면, 상수도료 절약분 하루 3톤 즉 월 75톤, 연간 900톤으로 매월 39,000원(매년 468,000원)과 직접적 환원제 감소량 매월 500Kg 매년 6,000Kg 이 비용은 매월 250,000원(매년 3,000,000원)으로 가시적효과만으로도 매월 289,000원(매년 3,468,000원)이 절약가능하다. 그밖에 하루 크롬도금하는 제품의 표면적이 10,000 dm<sup>2</sup>/일 이므로, 반출량을 평균 1.5 ml/dm<sup>2</sup> 이라 하면, 하루 크롬도금액의 반출량은 15리터(3.9Kg CrO<sub>3</sub>), 월간 180리터(97.5Kg CrO<sub>3</sub>), 연간 2,160리터(1,170Kg CrO<sub>3</sub>) 가 되고, 그 비용은 CrO<sub>3</sub> 1Kg=3,000원으로 하면 월간 292,500원(연간 3,510,000원)이다. 이 중에서 3/4이 회수된다고 하면 그 비용은 매

월 220,000원(연간 2,640,000원)이 절약되어 매월 70Kg의 크롬산을 도금조에 보충할 필요가 없는 등 부가적인 자원절약효과도 발생하며, 더더욱 폐수처리 부하가 줄어들기 때문에 폐수처리장도 작아지고 폐수처리에 관련된 비용(슬러지포함)도 획기적으로 줄일 수 있다. 특히 상기와 같은 환경위해, 환경비용의 대폭적 절감외에도 도금품질도 향상시킬수 있어, 얼룩발생, 검사공정의 생략 등 기존 50%불량율을 10%이하까지 줄일수 있음을 알았다. 표 2에 이들 결과를 정리하였다.

4.2.2 니켈-크롬도금공정

현장실험 2번째 공장으로서 B-S공장을 선택 실험하였고 지금도 2년이상 실험하고 있다. 실험대상의 도금라인은 니켈도금-크롬도금의 연속라인이었으며, 2세트의 이온교환수지 시스템을 그림 7과 같이 각각 설치하였다.

B-S사의 경우 약 8개월간 실험한 결과를 보면, 이온교환수지 시스템을 설치하기전에 니켈라인의 용수사용량은 69톤/월, 크롬도금라인의 용수사용량은 46톤/월 이었으나, 이온교환시스템을 설치한후 각각 34.6톤/월, 11.2톤/월로 니켈도금라인의 경우 34.4톤/월(413톤/년) 즉, 49.6%가 절감되었고 크롬도금라인은 34.8톤/월(418톤/년)으로서 75.6%가 절감됨을 알수 있었다. B-S사의 경제적이익을 표 3에 나타내었다.

표 2. T-S사의 실험결과

| 내역                        | 설치 전 |            | 설치 후 |          | 절약효과        |
|---------------------------|------|------------|------|----------|-------------|
|                           | 물량   | 금액         | 물량   | 금액       |             |
| 용수사용량, 톤/일                | 100  | 520,000원   | 25   | 13,000원  | 507,000원    |
| CrO <sub>3</sub> 절약, kg/월 | 97.5 | 292,500원   | 24.4 | 73,200원  | 219,300원    |
| CrO <sub>3</sub> 보충, kg/월 | 70   | 210,000원   |      |          | 210,000원    |
| 환원제절약, kg/월               | 600  | 300,000원   | 100  | 50,000원  | 250,000원    |
| 소 계                       |      | 1,322,500원 |      | 136,200원 | 1,186,300원  |
| 기 타                       |      | -환경비용      |      | -폐수처리    | -환경, 처리, 비용 |
|                           |      | -50%불량     |      | -10%불량   | -품질향상       |

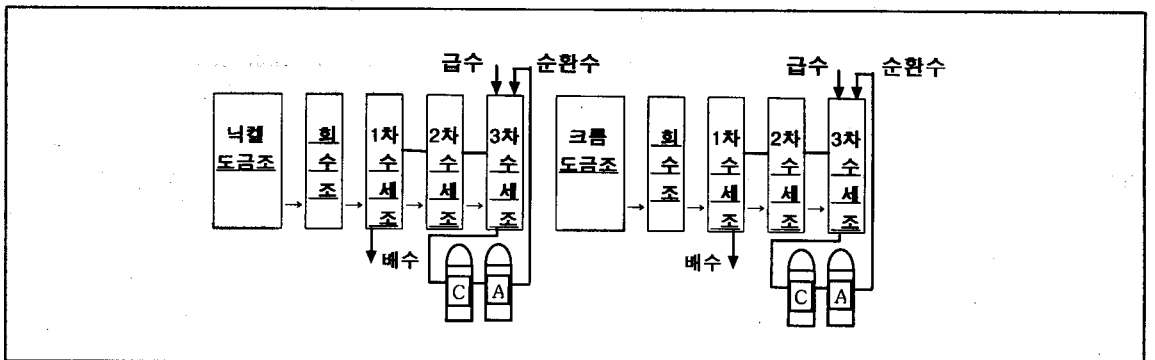


그림 7. B-S사의 니켈-크롬도금공정과 이온교환장치설치 공정도



표 3. B-S사의 경제성비교

| 구 분   | 니켈도금라인   |          |            | 크롬도금라인   |          |            |
|-------|----------|----------|------------|----------|----------|------------|
|       | 설 치 전    | 설 치 후    | 절약효과       | 설 치 전    | 설 치 후    | 절약효과       |
| 용 수 량 | 69톤      | 34.6톤    | 34.4톤/월    | 46톤      | 11.2톤    | 34.8톤/월    |
| 폐 수 량 | 69톤      | 34.6톤    | 34.4톤/월    | 46톤      | 11.2톤    | 34.8톤/월    |
| 폐수처리비 | 533,458원 | 364,606원 | 168,850원/월 | 228,625원 | 115,136원 | 113,489원/월 |

본 실험에 사용된 수지는 Rohm & Haas사의 IRA120(강산성 양이온교환수지)와 IRA402(음이온교환수지)였으며 각각 50 l-Resin 붐베를 사용하여 수세수회수는 시간당 1,000 l로 하였다. 특히 크롬라인의 경우 실험데이터로는 밝히지 않았으나, 업체측의 후담에 의하면 회수조의 공동 활용으로 크롬계 폐수처리는 할 필요가 없을 정도라고 만족해 하였다.

5. 결 언

최근들어 세계선진국에서 유행하는 청정기술에 대한 움직임과 국내 연구동향 그리고 도금 및 표면기술 분야의 사례를 짧은 지면을 통해 간략하게 소개하였다.

청정기술은 특히 수출상품 및 세계무역상 제품 생산에 기본적인 기술이자 경쟁력을 좌우하는 기술이면서, 또 하나뿐인 지구를 살리고 오랫동안 인류에게 지속가능한 행복과 안녕을 보장해 줄 수 있는 새로운 개념의 종합적 기술분야이다. 무엇보다도 기업측에서 생산현장과 직결되어 품질 향상, 생산성향상, 원가절감 차원의 접근이 시급히 요구된다. 한편 정부나 연구소 그리고 대학의 연구자원이 청정기술과 산업기술의 저변기술을 확실히 이해하고 선도하면서 협동하여 국가적 위기를 극복하는데 앞장서야 할 것으로 생각된다.

남을 알고 자기를 알면 백전백승이란 말과 같이, 선진국 및 경쟁대상국의 청정기술화는 기술 그 자체에 그치지 않고 관련제품의 판매, 심지어

공장전체를 매출로 보는 종합엔지니어링산업으로 발전하고 있다. 솔직히 말해서 정보화시대가 무색하게 이러한 동향과 향후 심각성을 인지시켜 주는 국내의 지성인, 전문가가 상대적으로 너무 적다는 생각이 든다.

다행히 한국기계연구원은 소재 및 재료부터 공정 그리고 자동화, 기계·설비까지 종합시스템을 구축하고 있는 관계로 청정기술의 본격적인 협동연구에 적합하고 또 산업체에 크나 큰 반향을 불러 일으킬 수 있다고 생각한다.

마지막으로 본 청정기술 특집호의 내용에 충실해 준 내·외부 기고가분들께 심심한 사의를 표하고 싶고, 같은 맥락에서 계속 정진을 기원하는 바이다.

참 고 문 헌

- [1] R. Clift.: The Concept of Clean Technology and Its Applications in the Process Industries, Clean Technology Seminar, p3-13, 1995(11/7). Lotte Hotel/주한영국문화원
- [2] Industry and Environment(UNEP) Vol.19, No.3, 20, 1996.
- [3] 노병호, 하재우, 권식철의: 환경재료기술의 연구기획조사 보고서, p37, 59, 1997. 12.
- [4] 노병호의: 도금공정의 청정화기법 개발보고서, p92-101, 1997. 10.