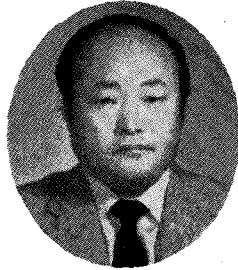


도금폐수의

처리와 관리 (여덟번째)



민 성 기

《주》백산기공 대표, 기술사

차 례

- I. 도금폐수 처리 설비와 운전관리
- II. 도금폐수 처리상의 유의점
- III. 처리 불안전과 기 개선대책

1. 개 요

- 2. 공장의 설비배치와 바닥 정리
- 3. 배수의 분별방법과 처리수준
- 4. 전처리, 도금 후처리의 방법과 그 재료의 재검토
- 5. 절수(節水)와 조수(造水)와 그 관리
- 6. 폐수처리의 불안전

- IV. 도금 공정의 개선대책
- V. 도금폐수 처리 기술

2. 공장의 설비 배치와 바닥의 정리

아무리 설비와 배치가 잘되었다 하더라도 변경하지 않고 오랜기간 사용하는 경우는 거의 없다. 따라서 설비배치가 변경될 경우 도금작업내용에 맞도록 폐수계의 변경도 적절히 이루어지면 별 문제는 야기되지 않는다. 그러나 배수로가 멀게 되면 작업물의 혼입을 방지한다고 주의할 하여도 부분적으로 혼입이 일어나기가 쉬우며 공장건설 당시 정확하게 계통별로 구분을 잘 해놓은 공장 바닥이라 하더라도 그 계통구역 내에는 있어서는 않될 시설을 무의식적으로 설치함으로써 발생될 수 있는 문제점, 그리고 모든것이 자동적으로 조내에서 세정되어 사람의 손

으로 운반되지 않고 자동적으로 이송되는 설비일 경우라면 모르겠지만, 수작업이 많은 공장에서는 바닥정리가 불비하게 되면 폐수처리에 치명적인 영향을 주게 된다. 아무리 잘 배비(配備)된 설비라 하더라도 노후화는 피할 수 없다. 조외 부식, 배관이음부의 이완 분해 생성물과 석출물에 의한 막힘 현상이 많으며 설비관리의 불철저가 폐수처리의 불안전을 초래하는 경우가 많다.

1) 알미늄상에 도금을 하는 공장에서 종래에는 징케이트 처리후 시안화동 도금하는 공정에서 화학(무전해)낙켈의 중간처리를 도입했으나 시안의 배수처리에 문제가 발생되었다. 그 원인이 화학낙켈도금 세정수의 시안계 혼입에 의한 미량의 시안착염 생성때문이었다.

2) 어느 공장에서는 니켈도금액의 여과배관이 액온(液温) 때문에 점진적으로 변형이 되어서 용접부위로부터 누수가 시작되어 시안계 폐수가 바닥에 흘러서 전술한 바와 똑같은 문제를 발생한 예도 있다.

3) 시안계의 배수배관의 내부는 석회의 침착이 심하게 된다. 어떤 대형설비는 배관이 1년도 안되어서 점진적으로 관이 범람하여 산수세의 계통을 오염시킨 예도 있다. 이 폐수배관은 40mm의 직경으로 가느다란 관경은 결코 아니었으나 1년만에 수직관 하부위치의 엘보우가 막힌것이 원인이 되었다.

4) 바닥의 구분을 하였다 하여도 사용도중 보수작업에 의해 바닥의 방수층 파손으로 폐수가 바닥에 침투하여 다른 계통의 폐수와 혼합되어 문제가 발생하는 예도 많다.

5) 이러한 문제점등을 해소하기 위하여 공장관리자가 주의해야 할 사항을 열거한다.

- ① 폐수배관은 장래의 변경을 예측해서 폐수계통을 바꿀 수 있는 구조로 한다. 예를 들면 2층에 도금설비를 해서 1층 천정에 2층 도금설비의 배수관을 포설한다. 여러 계통의 배관을 포설하여 그때 그때 각각의 폐수를 바꾸어가며 배수할 수 있도록 커다란 공동구를 설치한다. 여유가 있는 계통별 배관을 미리 포설하고 후일에 바닥구별과 폐수배관의 변경에 대비하는 대책을 고려할 것.
- ② 폐수관은 특히 곡관 부위에 청소가 가능한 구조로 할 것.
- ③ 내식성, 내열성의 폐수배관 재

료를 사용할 것.

- ④ 배관은 최대 통수량의 3배 정도의 배수가 가능한 것으로 할 것. 단, 시안계는 특별히 관경을 크게 할 것. 매설관에 있어서는 손이 들어갈 수 있도록 100mm 이상으로 한다. 경우로 설관
- ⑤ 배수관의 구배는 1/100이상으로 하고 가능한 곡관부위를 최소화할 것.
- ⑥ 배관은 공기가 잔류되지 않는 구조로 할 것. 만약 공기가 잔류되어야 할 불가피한 구조에는 공기가 잔류될 위치에 Air Vent를 설치한다.
- ⑦ 배수로가 자연유하의 구배가 채택되지 못할 경우에는 일단 핏트에 모아서 펌프에 의해 양수한다. 이 경우에는 ④ 항에 따른 필요는 없으나 반드시 자흡수 펌프를 쓸 것, 필요에 따라서는 역지변을 설치한다.
- ⑧ 중요한 액 배관 및 폐수배관은 용접을 원칙으로 한다.
- ⑨ 방수바닥의 구배는 1/50이상을 원칙으로 하나 구조상 구배를 채택하지 못할 경우에는 가능한한 트랜치를 여러 곳에 설치하여 폐수가 바닥에 고여있지 않는 구조로 한다.
- ⑩ 트랜치의 구배는 1/100 이상으로 하고 구배를 채택하지 못할 경우 단차를 주어 배수한다.
- ⑪ 바닥은 충분한 내식, 내열, 내압 구조로 할 것.
- ⑫ 바닥의 방수는 벽, 바닥의 이음부, 배관의 중계부 핏트, 트랜치 바닥 등에 특히 유의할 것.
- ⑬ 바다 구분을 위한 시설은 작업에 지장이 없는한 높게 할 것.

⑭ 폐수배관, 배수구, 바닥의 방수면, 床下의 배관 등은 일상점검과 보수가 용이하게 할 수 있도록 配備와 구조를 정리하여 둘 것.

3. 폐수의 분별방법과 처리수준

여기서는 종래의 분별과 처리로서도 불합리한 사례를 참고로 열거하고자 한다.

- ① 시안계폐수에 알카리계를 함유한 공장이 있었다. pH10 이상에서 차아염소산 소다로 시안을 산화처리하기 때문에 별문제가 없을 것으로 판단하였으나 실제로는 알카리 탈지액 중의 계면활성제 때문에 산화처리중 발포가 심해 부상한 발포층에 흡착된 산화분해가 불충분한 시안이 있다. 이 기포가 다음 공정으로 월류되어 처리불안전 상태로 방류하게 된다. 결국 시안폐수와 알카리 탈지액을 분별 처리하여야 한다.
- ② 공동 처리장의 경우인데 산·알카리계에 과산화수소를 함유한 엽정액의 세정수를 배출할 경우 중화후의 침강불량으로 중금속처리의 불안전 상태를 발생시킨다. 이 경우에는 불소가 함유되었을 경우에 불소도 15ppm까지 제거가 불가능하다.
- ③ 동이 피로인산 동조에서 다량의 인산류와 암모니아가 함유된 동폐수가 산·알카리에 함유되어 착화되면 침강분리가 불가능하다. 이 경우에는 별도로 분별하여 강산에서 착화물을 분해후 제2철과 석회를

가하여 동을 침강분리하거나 액체 킬레이트계의 ORS를 사용하여 제거하는 방법외에는 없다.

- ④ 최근에는 COD대책을 포함하여 킬레이트계를 열도로 설치하여 강산→전해→산화→활성탄을 사용하는 공업이 많이 이용되고 있다. 이 방법은 특 공동처리장에 유효하며 폐산 폐알카리 화학도금폐액을 농후액 상태로 분별하여 개별처리한다. 농후액을 적당히 일정량씩 혼합 희석하여 다른 계의 폐수와 처리하게 되면 처리불안전 경우가 종종 발생하게 된다.
- ⑤ 화학도금폐액은 전해 산화후에 침강하고 다시 잔류하는 유기물을 활성탄에 흡착시키거나 활성오니 처리를 하는 공법이 많이 사용되고 있다. 도금폐수를 가장 합리적으로 처리하기 위해서는 폐수를 가능한 한 분별을 잘 하여야 한다. 예를 들면, 금속열, 사용약품별, 처리의난이별, 산·알카리별, 산화환원별 등이다. 시안도 등과 이연을 별도로, 귀금속도 금과 은, 산과 알카리도 동과 철을 별도로 니켈은 단독으로 크롬 도금액과 크롬메트 별도로 분별하는 요령이다.

4. 전처리, 도금후처리 방법과 재료의 재검토

1) 탈지

- 다소 시간이 걸려도, 또 액을 가열할 필요가 있더라도 복잡한 킬레이트를 많이 함유하지 않는 단순한 약품을 사용할 것.
- 유수분리가 용이한 약품을 쓸 것.

- 계면활성제는 열알카리액 중에서는 분리가 용이하고 폐수처리할 때에는 발포에 의한 장애를 유발하기 쉬우므로 적정농도로 사용.
- 인산계의 알카리 탈지제는 장래인의 대책을 고려하여 사용할 것.
- 알카리 탈지액은 유지와 노폐물만 제거하면 장기간 사용이 가능하기 때문에 적당한 여과방식을 검토하여 반복 사용함으로써 함부로 버리는 일이 없도록 할 것.
- 전해를 하는 설비나 소재의 경우에는 가능한 한 약품을 단순화 할 것.
- 전해 세정이나 활성화 등을 목적으로 하는 알카리액은 노화하게 되면 킬레이트제등이 분해하여 폐수처리에 대단히 어렵게되므로 단독 처리 또는 처분한다.
- 규산계의 알카리 탈지제는 처리에 따라 코로이드 상의 규산이 생성되어 침전이 어렵게되므로 유기응집제의 선택이 중요하다. 일반적으로 카치온 응집제가 적합한 경우가 많다.

2) Barrel 연마

연마폐수의 처리는 의외로 중금속의 불안전처리의 문제점이 많다. 연마에 따라 생성되는 소재금속의 미분말이 연마할 때에 사용되는 첨가제에 의한 금속비누와 계면활성제, 지방산등을 흡착해서 보통 산·알카리계 폐수처리에는 안전하게 유화 분산이 되어 침전분리가 안되고 방류된다. 따라서 이러한 폐수는 먼저 산처리후 함유된 금속 미립자를 용해하면서 중화 침전을 하여야 한다.

3) 산침적

도금공정중의 중화용 염산중에 전 공정에서 가지고 온 시안이 분해되지 않고 잔존하여 주의를 해야 하는 경우도 있다. 시안이 산에 녹아서 중금속과 안전한 착체를 형성하여 산계에서 미처리된 상태로 방류되거나 시안계폐수에 함유해도 처리불안전의 원인이 된다.

따라서 염산보다는 다소 작염성이 나쁘더라도 황산을 사용하는 것이 폐수처리에는 효과적이다.

4) 후처리 및 2차 후처리제

금속표면의 내식성을 향상시키기 위해 아연도금외에 크로메이트가 다량 사용하게 되었다. 이중에는 6가 크롬 처리외에 불화물등이 포함되어 있는 것에 주의를 요한다. 封孔劑, 착세제 등도 염료와 같이 활성탄이외는 간단한 처리방법이 없어서 사용할 경우에는 후처리를 고려할 필요가 있다.

2차적으로 사용되고 있는 수용성 도료와 전착도료 등은 유출되는 도료와 분산제 등이 COD발생원이 되기 때문에 철저한 회수를 미리 고려하여둘 필요가 있다.

5) 건조방식과 응제 건조

제품의 미관향상은 물론 최근에는 미크론 대의 부식과 부진을 방지하기 위해 여러가지 건조방법이 채택되는데 이경우 폐수처리에 문제가 되는 것은 유기 용제가 수세수등에 혼입하게 되면 지하 침투의 우려가 있는 파크롤 에치렌, 트리크롤 에치

렌, 트리크롬에탄 등의 비점이 높고 비중이 무거운 염소계의 용제이다. 이것들은 되도록 세정폐수계에는 혼합이 되지 않도록 정확하게 분리하여야 한다.

또 유기 용제 건조의 중간 공정에서 배출되는 오염물질중 메타놀계와 석유계 용제는 폐수에 COD와 N-H치의 문제를 유발시키기 때문에 정확히 분별하여 업자에 위탁처리하는 것이 바람직하다.

5. 節水와 造水의 관리

일본의 도금협동조합의 자료에 의하면 도금공장의 평균용수 사용량은 작업원 1인당 2.6 m³/D를 사용한다고 한다. 그러나 절수는 실시하고 있는 공장에서는 0.2 m³/D인 정도 사용하는 예도 있다고 한다.

또한 절대용수가 부족한 관계로 대부분의 도금공장에서는 용수를 재순환하여 사용하고 있으며 용수도 합리적으로 순수·상수·공업용수·냉각수·잡용수 등 분별 이용하여 효율을 올리는 예도 있다.

5-1 순환수와 조수

일단 사용된 용수를 재처리할 경우 처리가 불완전한 경우가 있는데 이것은 수세수와 설비의 관리부주의로 재처리장치에 영향을 미치게 되는 경우가 있으므로 다음 사항을 주의하는 것이 바람직할 것이다.

1. 이온교환수지로 처리할 경우에는 전도도가 1μs이하의 탈이온수를 사용하여 이온교환수지의 부하를 경감하고 또 전도도계를 부

- 착하여 항상 오염도를 감시한다.
2. 이온교환수지의 통과속도는 정해진 속도 이상의 통수는 지양할 것(SV 40이하가 바람직함)
 3. 유기물이 있을 경우에는 수지탑 전에 활성탄으로 유기물을 제거한 후 처리한다.
 4. 일단 화학처리한 물을 재사용할 경우에는 총염류가 어느 정도의 농도에서 공정에 영향을 주는지 미리 측정된 후에 사용한다.

물론 중금속은 수산화물로 침강 분리한 물을 사용하여야 하며 용수가 부족한 곳에서는 우수를 저장하여 용수처리후 사용하는 방법도 예상이 된다. 그러나 대기오염 각종 구조물, 지표면 등의 오염으로 의외로 염류의 용존이 많으므로 주의가 요망된다.

5-2 용수의 유효한 이용과 절수의 한계

- ① 어느 공장에서 폐수를 재사용하는 계획을 검토하였다. 4단 수세 공정에서 오염도가 낮은 수세수는 직접 이온교환수지로 처리하고 농도가 높은 전단계 수세수와 이온교환수의 재생수는 화학적 처리를 계획하였다. 그러나 오염도 측정결과, 3g/l 정도로서 중화에 의한 수산화물 건량으로서 9g/l로 되어 침전하고자 하는 폐수의 1/2 정도의 슬러리로 되는 것을 알 수 있었다. 따라서 생산계획과 설비 전체에서 가급적 중금속의 용출을 억제하는 방법도 검토가 요망된다.
- ② 상수 취수원 근처에 있는 어느 공장에서 동과 아연이 배출되는데 항상 동이 기준치를 초과 배출되

고 있었다. 원인을 조사결과, 산알카리계가 합류후 침전조의 상등액 중에서 동이 용출되는 것을 발견하였다. 주원인은 알카리계에서 배출하는 철소재용의 전해 세정조에 킬레이트제가 함유되어 이 킬레이트제가 침전조의 침전슬러지 중의 동을 용출시키고 있는 것을 확인하고 최종 처리수를 킬레이트수지탑에서 재처리도록 하여 동의 기준치 이하로 처리가 가능하였으나 보다 경제적인 것은 액체 킬레이트계의 ORS약품을 사용하여 효과를 하면 보다 더 저렴하고 정확한 처리도 기대할 수 있을 것으로 예상된다.

6. 폐수처리 불안전

현재 우리나라도 도금공장에 폐수처리 시설이 없는 회사는 거의 없다. 그러나 수시로 기준치를 초과하여 오염물질이 배출되는 경우도 상당수가 있는 것 같다. 이 원인의 대부분은 발생원(도금공정)의 변화가 주원인이며 방지시설의 용량 부족과 설비의 불비한점 등으로 볼 수 있다. 따라서 환경관리인과 생산관리자는 다음사항에 유의하면 많은 도움이 있을 것으로 사료된다.

- ① 처리불안전은 절대로 갑작스럽게 오는 것이 아니다. 따라서 생산설비의 변화 방지시설의 열화 등 세심한 주의가 요망된다.
- ② 폐수처리는 시간·설비·작업 경비 등 어느 쪽이든 반드시 여유를 갖출 필요가 있다.
- ③ 발생원의 대책이 최선책이므로 도금 생산측과 긴밀한 정보 교환

이 필요하다.

- ④ 폐수처리 설비는 정기점검을 철저히 할것.
- ⑤ 도금약품이 변경될 때는 반드시 환경관리인에게 통보하여 처리실험과 대책을 수립한 후 변경 약품을 사용할것.
- ⑥ 운전 기록을 철저히 관리하여 문제 발생시 원인규명에 참고할것.
- ⑦ 처리불안전을 고려하여 방지시설은 반드시 2단의 안전대책을 강구할것.
- ⑧ 작업개시와 작업완료시의 점검을 철저히 할 것이며 특히 휴업시의 점검을 철저히 할것.

6-1 적정폐수와 적정설비와 여유

폐수처리 설비는 발생하는 폐수의 양, 질, 농도, 등을 기초로 설계가 되므로 이 기초자료이외의 상태가 발생하게 되면 적정한 처리가 불가능하다. 가끔 처리가 불안정한 경우를 보면 대부분이 이와같은 예가 많이 있는데 이는 생산내용의 변화·생산계획의 변화, 오염 발생원의 기초조사와 예측의 부정확한데서 기인된다. 따라서 방지시설은 장래의 예측과 작업내용의 변동빈도 등을 고려하여 방지시설의 융통성 있는 처리계획과 용량의 여유를 갖추어야 할 것이다.

그리고 비상대책을 고려하여 각 폐수별로 적어도 1일분의 저장능력을 보유하는 것도 바람직할 것으로 사료된다.

수세 수량 산출식

$$V(m^3/s) = \frac{C \times A(m^2)}{2gh}$$

- V : 1초간의 유량
- C : 상수(수도수로서 0.2~0.3)
- A : 유수의 단면적
- g : 중력가속도 9.8
- h : 수압(2kgf/cm²경우20)

6-2 원폐수의 변동

폐수처리 설계지침에 의하면 원수조는 2시간 정도가 적합한 것으로 지도하고 있다. 그러나 이것은 아주 정상적인 경우에 한다.

원폐수의 변동의 주원인은 전술한 바와 같이 생산내용의 변화 생산설비의 노후화로 돌연배출과 설계기준이외의 물질이 배출되는 경우이다. 따라서 원수조는 24시간 이상 여유를 갖출 필요가 있으며 돌발사태를 대비하여 예비조를 준비할 필요가 있다. 경우에 따라서 돌발사태의 발생 폐수는 처리가 불가능할 경우도 있으며 처리가 가능하다 하여도 경제적인 면에서 불합리한 관계로 위탁 처리를 하거나 장기간에 걸쳐서 일정량씩 회석 처리하는 방법 외에는 없을 것이다.

6-3 킬레이트제(착화제)의 인식

도금 공정에서는 시안화물을 많이 사용하는데 이 시안은 강력한 착화력을 갖고 있으며 착화력에 따라 생물체를 순식간에 질식사키는 능력을 갖고 있다. 그러므로 공장에서는 이러한 시안 대신 독성이 적고 착화력이 있는 복잡한 유기약제를 사용하게 되는데 중금속의 침강분리의 분량과 COD의 과잉발생 원인은 이와같은 약제에 따른 것이다. 그러므

로 우리는 이와같은 착화제의 최소한의 상식이 필요할 것으로 사료되어 그 조치에 참고 사항을 기술하고자 한다.

- ① 착화합물과 킬레이트 화합물은 동류로 넓은 의미로서 착화합물로 정리하고 있다.
- ② 금속이 착의되면 유기금속이온으로서의 성질을 상실하며 특히 킬레이트 결합체의 대부분은 대단히 안정성이 양호한 수용성 화합물로 되어 알카리에서도 침전되지 않는다.
- ③ 착화물의 종류
1座配位の 착염 및 착화제 시안, 암모니움, 피로인산, 구엔산, 초산, 구루콘산 등으로 이들의 착화물은 어느 정도는 분해가 용이하다.
多座配位の 킬레이트화합물과 킬레이트제
EDTA, 유기아민초산류 등으로 분해가 어려운 물질이다.
- ④ 유기산계의 착화제는 COD, 질소 규제에 대해 대책이 대단히 어렵다.
- ⑤ 대부분의 킬레이트제는 pH1.6 이하~13이상에서는 분해가 가능하다.
- ⑥ 동일 킬레이트제라도 금속의 종류와 pH범위에 따라 착화가 용이한 순서가 있다. 가장 착화가 용이한 것은 제2철로 pH가 낮으면 착화가 용이하고 알카리에서는 침강분리가 용이하다.
- ⑦ 착화물의 처리대책
pH를 2이하로 조정후 제2철을 투입한후 pH를 상승시키면 침강분리가 가능하다.

(다음호에 계속)