

한국자원리싸이클링 학회

1994년도

임시총회 및 춘계학술발표회

진행표

일 시 : 1994년 5월 27일(금) ~ 28일(토)

장 소 : 동아대학교 교수회관

<特別講演>

Recycling과 폐기물관리

김수생

동아대학교 환경문제 연구소 교수
(사단법인 한국 폐기물 학회장)

<내 용 요 지>

합리적 폐기물관리를 위한 기본적 접근 방법으로는

- 폐기물 발생억제
- 폐기물의 감량화
- 재자원화
- 적정처리

의 순서에 따라 관리되는 것이 일반적이다. 이 중 과학자 또는 공학자로서 폐기물관리 기술로서 무한한 영역과 과제가 부과되고 있는 부문이 폐기물의 '자원화 즉 리사이클링' 부문이고 동시에 폐기물관리에서 가장 중요한 과제로 지적되고 있다.

현재 공업선진국은 물론 국내에서 폐기물의 처리문제는 지구환경보전을 위한 긴급 과제로서 제시되고 있으며 정부도 폐기물관리에서 리사이클링의 주요성을 인식하고 정책적으로 추진하고 있을뿐 아니라 기술개발을 위해 G-7 프로젝트의 중요과제로 선정하여 기술개발에 노력하고 있다.

폐기물관리에서 리사이클링은 단순한 기법의 개발만으로 달성될 수 있는 과제가 아니고 폐기물관리에서 수집, 운반, 감량화처리, 사회적 협조와 동시에 경제적, 제도적 협력없이 불가능한 과제가 되고 있다.

따라서 리사이클링 접근방법을 분석하고 현재 관심있게 진행되는 사례를 조명하고자 한다.

<特別講演>

폐윤활유의 재활용에 관한 연구

하기성

부산공업대학교 화학공학과

국내경제의 고도성장에 따라서 다른 분야와 마찬가지로 윤활유 공업분야도 급속하게 변화하여 그 수요도 급격하게 증가되어왔다. 특히 자동차의 급격한 증가는 자동차의 윤활유 수요를 폭발시키는 계기가 되었다.

사용이 끝난 폐윤활유를 자연환경중에 무단으로 배출될 경우 해양은 물론 하천, 호수, 지하수 등을 오염시키는 결과를 초래하여 심각한 환경파괴를 가져오게 된다. 일단 환경중에 배출된 폐윤활유는 이를 처리하는데는 상당한 노력을 하지 않으면 자연을 회복하기는 어렵다.

이러한 환경적인 측면뿐만아니고 사용이 끝난 폐윤활유는 전성분의 약85%의 윤활성분을 포함하고 있다는 점에 착안하여 이를 회수하여 윤활유 제조의 base oil로 재활용하면 막대한 원유를 해마다 수입하는 우리나라에서는 외화절약의 차원에서도 중요한 의미를 지니고 있다.

우리나라에서는 1990년도부터 폐기물관리법 제3조 제2항의 규정에 의거 자동차용 폐윤활유(엔진유, 기어유)의 회수, 처리의 의무를 제조업자 또는 수입업자에 부과하고 있다.

본 연구에서는 폐윤활유중에서 압도적인 비율을 차지하고는 있지만 재활용 수준은 극히 미미하여 원초적인 수준에 머물고 있는 자동차용 폐윤활유를 보다 고도로 재활용하기 위하여 기술적인 검토를 실시하였다.

1. 제도적인 측면

자동차용 폐윤활유의 수거에 대하여 보다 행정적인 지도를 강화하여 수거율의 향상과 연료유로 재생된 재생유의 사용처를 보다 확대하도록 한다.

2. 제조공정적인 측면

윤활유 제조시에 일정비율의 재생윤활유사용을 의무화시키고, 윤활유에 중요한 역할을 하는 첨가제를 2차 공해발생이 없고 재생시에 분리가 용이한 환경적용 첨가제의 개발이 절실하다.

3. 재정제(Re-refining)공정기술의 개발

폐윤활유로부터 윤활유의 기유(基油, base oil)의 회수공정기술을 서둘러 국산화해야 하며 초기 투자비가 막대하므로 영세한 처리기업에 재정적인 지원이 절실하다. 이것은 환경보호차원과 자원재활용의 차원에서도 절실한 문제이기 때문이다.

우리나라 정수처리의 문제점과 해결방안

대한환경공학회
회장 김동윤

1. 우리나라의 원수수질 현황

60, 70년대의 빠른 산업의 발달과 경제우선정책으로 인해 우리나라의 환경은 아무런 보호도 받지 못한 채 악화일로를 걸어왔다. 최근의 일련의 사태 - 낙동강 폐놀사건, 수돗물 악취파동, 흑수파동, 영산강 오염사태 등, - 들은 원수의 오염도를 실질적으로 보여주는 예라고 할 수 있다. 원수의 오염은 비단 낙동강 뿐만 아니라 전국의 주요 하천까지도 수돗물 공급에 이상이 있을 정도로 심화되었다. 따라서 각 원수의 문제점과 앞으로의 대책을 알기 위하여 주요하천의 수질오염도에 관계된 각 자료들을 제시하고자 한다.

오늘날 일반적으로 알려진 수질분석 항목인 BOD나 COD등으로는 선진국에서 행하고 있는 고도정수처리를 위한 적용에는 부적합하다.

따라서, 새로운 고도정수처리를 위해서 BDOC, DOC와 같은 분석항목을 추가하여 이용되어야 한다.

2. BODC (Biodegradable Dissolved Organic Carbon) 개념의 수질오염

수중의 총유기물 (TOC:Total Organic Carbon)중에 현탁 입상유기물을 제외한 용존유기물 (DOC:Dissolved Organic Carbon)내에는 미생물에 의해서 분해가능한 유기물(BODC)과 난분해성 유기물 정수처리에서 BODC가 많이 잔존하게 되면 급수관 내 미생물이 다시 자라게 되므로 BODC량의 과다에 따라 소독용 용수를 과량 투입하여야 한다. 많은 양의 염소투입으로 인체의 치명적인 THM(발암물)이나 TOX(Total Organic Compound)화합물이 생성한다.

따라서 BODC 화합물이 될 수 있는 한 적은 양으로 잔존하게 정수처리 하는 것이 유럽의 기본정수 방법이다. 유럽에서는 전염소처리에는 염소를 전혀 넣지 않으며, 마지막 후염소처리에는 되도록이면 적게 넣기 위하여 BODC제거에 역점을 두는 것이 특징이다.

그리고 NBODC를 오존처리하면, 그것은 생물학적 분해 가능한 유기물 (BODC)로 전환을 많이 하기 때문에 선진국에서는 오존처리를 반드시 하게 된다.

따라서, BODC를 제거하기 위하여 오존처리 후 BAC(Biological Activated Carbon)탑으로 운전시키면 활성탄 표면에 자란 많은 미생물들이 BODC물질을 소모시켜 처리한다.

3. 우리나라 정수처리 방법과 그 문제점

현재 정수량을 거쳐 가정으로 공급되어 마시게 되는 물은 여러가지 요인에 의해 질의 악화를 초래할 수 있다. 이에 대한 요인으로는 기본적으로 처리원수로 사용되는 상수원수 문제, 적절한 정수처리방법의 문제와 공급되는 상수도 관망의 내재하는 문제에 의해 크게 좌우될 수 있을 것이다.

여기서는 우리나라 정수처리 방법에 대한 문제와 그 문제점들을 다루어 보고자 한다. 정수처리 공정은 원수의 처리 및 처한 자연환경 조건에 따라 결정될 수 있는데, 현재 우리나라에서 적용되고 있는 기존의 정수처리 방법은 그림1.과 같다.

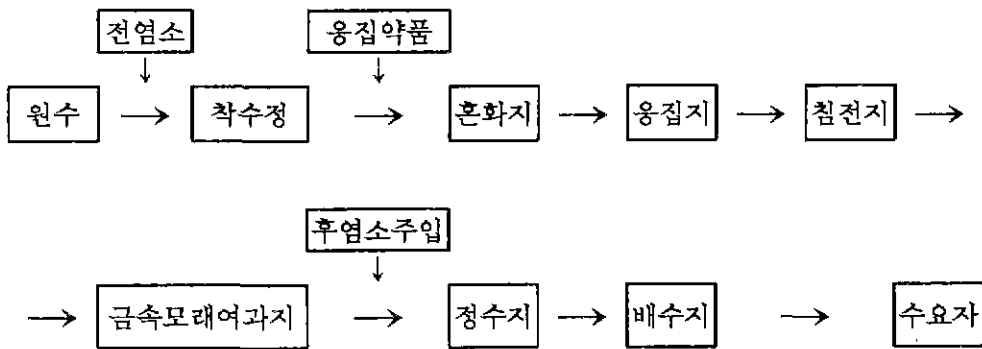


그림 1. 기존 정수처리 System

이러한 기존의 정수처리공정의 문제점은 자체 처리공정 과정에 존재하는 문제와 오염된 상수원수에 존재하는 대상물질의 처리한계에 대한 문제로 대별할 수 있다. 이 문제점들 중에서 심각하게 대두되어 있는 처리공정 상의 문제로 염소처리에 의해 생성되는 발암물질인 THM(Thrihalomethane)들의 발생 위험이 있으며, 그리고 이러한 처리방법에 있어서는 상수원으로 유입되는 미량의 무기, 유기 유해 오염물질들을 적절하게 제거할 수 없는 문제점을 안고 있다.

그러므로 이러한 심각한 문제점들을 해결하기 위한 방안으로 우리나라도 고도정수처리방법을 시급히 도입하기 위해, 선진 외국에서 적용하고 있는 고도정수처리공정에 대해 알아보고 우리나라 환경에 맞는 적절한 처리방법의 도입 및

적용방안을 생각해 보고자 한다.

4. 외국의 정수처리 현황

미국에 있어서는 현재 수질기준과 장래 강화될 수질기준을 만족시키기 위해 Safe Available Technology(BAT)를 사용한것을 권장하고 있다.

또한 VOC를 제거하기 위한 많은 방법들이 개발 사용되고 있으며 대부분 Aeration이나 Carbon Adsorption에 기본을 두고 있고 각 공정들을 검토한 결과 미국 EPA는 Packed Tower Aeration과 GAC에 의한 BAT로 정하고 있다.

일본의 경우 이제 맑은 물이나 안전한 물의 공급차원을 넘어서 맛있는 물 공급을 위한 노력이 계속되고 있다. 또한 고도정수시설 보급을 확대하기 위해 고도정수시설도입의 필요성 여부를 판단하여 필요성이 인정되면 사업비의 일부를 국고에서 지원해 주고 있다.

5. 고도정수처리의 의미와 도입 방법

우선 고도정수처리의 개념을 정리해 보면, 일본의 경우 후생성의 고도정수시설 도입지침서를 통하여 고도정수시설이란 “통상의 정수방법으로는 충분히 대응할 수 없는 취기물질, Trihalomethane 전구물질, 색도, 암모니아성 물질, 음이온 계면활성제 등의 처리 목적으로 도입하는 활성탄처리시설, 오존처리시설 및 생물처리시설을 지칭한다.” 라고 정의하고 있으며, 미국에서는 1991년 EPA가 제정한 “National Primary Drinking Water Regulations”를 통해 미생물, 무기물질, 휘발성유기화합물질 및 방사성물질들을 제거하기 위한 최적 처리기법(Best Available Techology, BAT)를 말한다.

그러므로 이를 통하여 볼 때, 상수처리에서 고도처리는 “기존의 정수처리방법으로 여러가지 유해물질들을 적절히 제거할 수 없으므로 안전하고 양질인 음용수의 수질을 얻기 위해 도입하는 새로운 수처리 방법”으로 정의할 수 있을 것이다.

우리나라 상수원의 수질환경을 보면 급속한 산업발달에 대한 부산물로 생성되는 여러가지 유해한 오염물질이 발생하여 상수원인 하천이나 호수로 유입되어 수질 오염을 더욱 악화시키고 있는 실정이다. 이로인해 이 물을 상수원으로 사용하므로 국민건강을 심히 위협하게 되므로 새로운 고도정수처리 방법의 도입이 시급이 요구되고 있는 실정이다.

고도정수처리시설의 도입시 고려되어야할 사항으로 첫째로 현재의 상수원수 수질의 특성 파악과 장래의 변화 예측이 선행되어야 하며, 둘째로 원수 수질의 처리수준 및 수량을 물의 수요에 대한 예측결과를 토대로 하여 설정하여야 하

고, 세제로 처리대상 물질의 제거를 위한 효율성과 안정성, 경제성 등을 비교 검토하여 공정 및 운전조건을 정하며, 네제로 기존처리 시설을 수정하거나 병행하여 이용할 수 있는 유기적 관계에 대한 가능성을 고려하여야 한다.

그리고 고도정수처리방법이 도입되었다 하더라도 장기간의 연구와 실험조사 분석을 통해서, 우리나라의 환경이나 실정에 맞는 기술을 재개발하여 채택하여야 할 것이다.

선진 외국에서 현재 실용화 되고 있는 고도정수처리시설로는 활성탄 처리시설, 오존처리시설, 생물처리시설 및 막처리시설 등이 있으며, 처리수질의 특성에 따라 이러한 시설들을 기존의 정수처리공정에 추가되는 형식을 취하게 된다.

우리나라에서 도입하고자 관심이 고조되고 있는 고도정수처리방법은 오존과 BAC 공정을 결합한 방식으로, 이 처리방법을 적용하기 위한 적정제어 인자와 조건들을 찾기 위해 Pilot plant의 실험을 현장에서 수행하고 있는 실정이다.

6. 결론

생활 수준의 향상으로 상수원 수질의 악화에 대한 우려와 함께 안전한 양질의 물을 원하는 국민의 욕구는 높아만 가고 있는 현실에 대처하기위한 해결방안은 아래와 같다.

- 1) 상수원 오염을 발생시키는 근본적인 오염원 배제 대책 간구
- 2) 기존의 정수처리공정에서 염소처리공정을 제거하여 발암물질의 생성 억제
- 3) 심각한 수질오염에 상응하기 위해 오존과 BAC 시스템을 적용한 고도정수처리공정을 도입하여 난분해성 물질과 암모니아 제거 및 배수관망에서 미생물의 발생을 억제하기 위한 BDOC(Biodegradable Dissolved Organic Carbon)물질의 효과적인 제거
- 4) 상수원수를 취수하는 공공수역의 수질오염을 감시하기 위한 자동수질측정망의 설치
- 5) 상수처리에 대한 연구를 수행할 전문기관과 전문 인력의 실제적인 양성 대책 간구
- 6) 수질환경기준의 개선
- 7) 상수 소비량 절약 운동 및 상수도 요금의 현실화에 의한 예산 확보
- 8) 환경교육의 강화를 통해 심각한 수질환경오염에 대한 국민의식 개혁

상, 하수도 처리에서 다공질 세라믹 미생물 담체의 개발

동아대학교 자원공학과 교수 강 현찬
부산 보건환경연구원 연구원 김 광수

1. 서론

최근 한강, 낙동강 및 영산강의 오염으로 국민들의 식수 공급에 큰 문제점이 발생하고 있다. 그러나 정부나 대부분의 학자들은 제도적인 방법으로 해결하고자 하는 의지만 보일 뿐 기술적인 차원에서 확실한 방안을 제시하지 못하고 있는 것을 볼 수 있다. 다시 말해서 물의 정화에 아직 해결하기 어려운 많은 기술적인 과제가 남아 있는 것을 볼 수 있다.

현재 국내의 대부분의 하수 및 폐수 처리장에서는 활성오니법을 많이 사용하고 있다. 국내에 사용되고 있는 활성오니법은 질소(N)와 인(P)의 제거가 안됨은 물론이고 ABS와 같은 난분해성 물질의 제거가 어려운 실정이다. 따라서 부영양화 현상이 일어나는 문제점이 있고 겨울철에 온도가 낮으면 Bulking현상을 일으키는 문제가 있어 상수도에 까지 그 영향을 미쳐서 수도물에 악취가 나거나 암모니아의 농도가 높아서 국민들의 원성을 사고 있다. 따라서 일부에서는 오존처리와 활성탄을 이용한 고도 정수 처리 System을 설치하는 경향이 있으나 일본 등에서도 활성탄을 이용하는 경우 암모니아가 50%정도만 제거된다는 보고가 있다.

따라서 본 연구자들은 이런 문제를 해결하기 위한 방안으로 다공질 세라믹 여재를 개발하고자 한다.

여재의 개발과정에서 비표면적을 극대화하기 위하여 기공을 적절히 조합시키는 물론이고 이온교환능력이 크고 흡착능력이 큰 다공질 세라믹을 만들어서 유기물의 흡착과 접지 미생물의 좋은 서식처가 될 수 있게 하여 미생물을 활성화 시켜줌으로써 암모니아의 제거는 물론 유기물질의 분해를 신속하게 하고자 한다.

다시 말해서 하수처리 과정에서 효율적으로 정화시키기 위하여 다공질 세라믹 미생물 담체를 개발하고자 한다.

2. 폐수처리 과정의 문제점과 과제

대부분의 폐수처리와 상수도 처리를 할 때 먼저 화학적 처리 공정에서 중화시키고 현탁 입자들을 응집시켜 침전시킨 후 생물학적인 처리방법을 많이 적용하고 있다. 특히 산소를 이용하여 물을 정화시키는 호기성 생물학적 처리가 많이 적용되고 있다. 현재 많이 사용되고 있는 방법은 살수여상법과 활성슬러지 process 등 몇가지 방법이 있다. 일반적으로 활성오니법은 살수여상법보다 정화효율이 높기 때문에 많이 사용되나 질소(N)와 인(P) 등의 무기영양염류 및 ABS 등 난분해성 물질이 제거되지 않는 치명적인 문제점이 있으며 운전과정에서 Bulking 현상이나 겨울철 낮은 온도에서는 처리가 되지 않는 문제점이 있어 그 영향으로 상수도에 까지 암모니아, 벤젠, 톨루엔 소동이 일어날 수 있다.

살수여상법은 모래와 자갈을 많이 사용하고 있으며 용수처리 과정에서 활성탄을 사용하는 경우도 있으나 저농도의 폐수처리 과정에서만 가능하다. 최근 일본의 경우에서도 활성탄을 이용한 고도의 하수처리과정에서도 암모니아의 제거율이 50% 정도만 가능하다고 보고하고 있다. 따라서 일본이나 독일 등의 선진국에서도 질소와 인 및 ABS 등 난분해성 물질을 제거하고 고농도의 폐수처리를 위한 방안으로 각종 Media를 개발하여 이용하는 연구가 활발히 진행되고 있다.

..

3. 연구 결과 및 고찰

3-1. 다공질 세라믹의 개발

하수처리 과정에서 사용되는 여재는 작은 기공을 많이 가진 상태에서 비표면적이 큰 것이 우수한 여재로 보고되어져 있다. 그 대표적인 것을 활성탄으로 볼 수 있는데 본 연구자들이 연구개발한 다공질 세라믹 여재는 활성탄 보다 겉보기 비중이 더 적어서 비표면적이 큰 것을 알 수 있었고 강도도 높았다.

3-2. 여재와 미생물의 흡착관계

연구개발한 다공질 세라믹 여재(DZ-3, DT-3등)는 활성탄이나 자갈, 모래 등 보다 미생물의 흡착이 우수하였으며 고분자를 이용한 각종 형태의 여재들 보다도 미생물이 흡착 및 증식이 우수하였다.

3-3. 하수의 여과

다공질 세라믹 담체(DZ-3, DT-3등)의 여재에 미생물을 Seeding시킨 후 하수를 여과시키면 활성탄보다 물의 여과 속도가 높았으며 BOD가 고농도인 폐수에서 여과후 폐수의 투명도가 활성탄보다 선명하였고 암모니아의 제거율이 매우 높았다.

용융환원을 이용한 폐기물 처리기술

이환로 · 박현서 · 반봉찬*

삼성중공업(주) 대덕 중앙연구소

*순천대학교 공과대학 금속공학과

경제규모의 확대와 산업의 발전에 따라 각종 폐기물의 배출이 증가되고 있고, 또한 환경보존 의식의 고양과 환경기준치의 강화로 인하여 폐기물처리 기술의 개발과 응용이 시급한 실정이다. 과거의 매립, 소각등의 소극적 중간처리 개념을 벗어나 유가금속회수나 무해한 슬래그를 만들어 여러가지 자재로 사용하고자 하는 적극적 개념의 처리 방법이 개발되고 있다. 현재 폐기물처리를 위한 용융환원법으로는 플라즈마, HES를 이용한 DC 아크로, Romelt기술등이 있다. 이러한 기술의 자세한 설명과 각 기술의 장단점을 비교하고자 한다(표 1). 특히 전기로 분진과 소각재 등의 조업 실적을 비교하고자 한다. 그림 1,2,3 은 각 시스템에 대한 개략도이다.

표1. 설비별 특성 비교

		DC-Arc	Plasma	Romelt
1	처리 대상물	소각재 전기로분진 스테인레스 분진	스테인레스 분진(현재) Arc분진 (과거)	철, 비철제련시 슬러지, 슬래그, 전기로분진
2	적정처리 Zn 함유량	5-20%	20%이상 그외 Cr, Pb, W 등 유가금속	5-20%
3	분진 사전처리	X	X	X
4	펠릿	X	X	X
5	건조 · 파쇄	X	X	X
6	에너지	전기	전기	산소(탄소)
7	Zn회수	ZnO, ZnCl ₂ (50-60%)	금속Zn (98%)	ZnO (59-60%)
8	슬래그이용	골재	골재 시멘트원료	골재 시멘트원료
9	금속 이용	X	금속중에 함유된 Cr, Mo, W 등 유가금속 은 산화과정 을 통해 산화 물 금속으로 얻어짐. (용선대용)	얻어진 금속 성분은 고로 용선성분과 유사하며 전로에 장입 하여 강재로 사용. (용선대용)

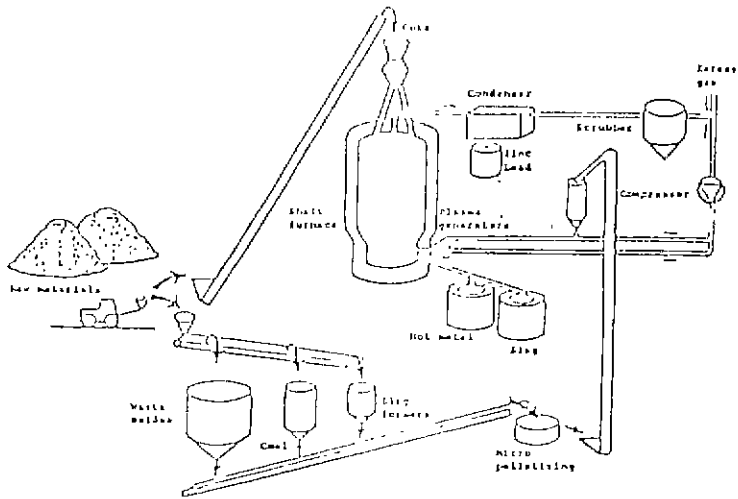


Fig. 1 Plasmasdust process flow sheet

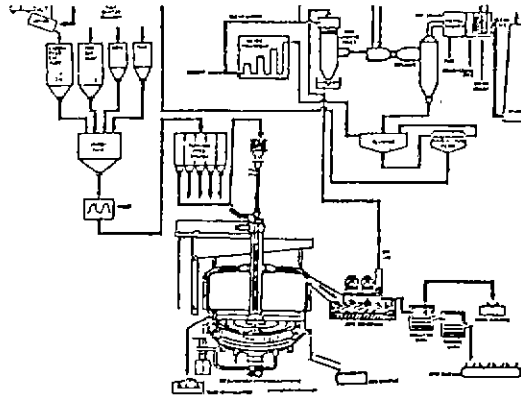


Fig. 2 Flowsheet for EAF-dust treatment with hollow graphite electrode DC arc furnace.

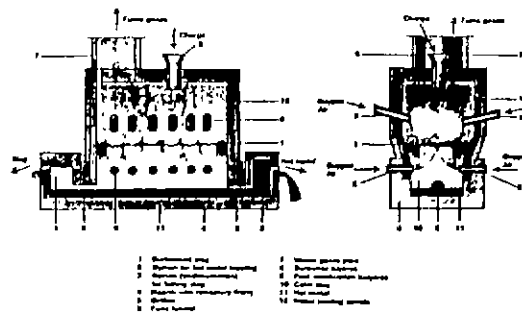


Fig. 3 Diagram of ROMELT furnace (lingitudinal section and cross section)

붕소의 흡착, 추출 특성에 관한 연구

이성식, 양종규, 홍성우*, °전성균

동아대학교 공과대학 화학공학과
°양산전문대학 산업안전학과

The Characteristics of Boron for Adsorption and Extraction

Lee, S. S., Yang, J. G., Hong, S. W*, °Jeon, S. G

Dept. of Chem. Eng., Dong-A Univ.

°Dept. of Ind. Safe., Junior College of Yang-San.

1. 서론

공업용으로 그 용도와 양은 한정되어 있으나, 붕소가 사용되기 시작한 것은 극히 근년의 일이다. 붕소규산염의 형태로 저팽창의 붕소규산염유리의 원료로 사용되며, 이것을 유리섬유 강화 플라스틱과 결합한 유리섬유의 대량생산이 가능하게 되어 수요가 비약적으로 증대되었다. 뿐만아니라 반도체 공업에도 사용된다. 6N의 고순도 금속붕소가 반도체의 도핑제로, 고순도의 B_2O_3 가 액체유리 캡셀로, 갈륨비소 제조시의 실링제로 사용되는 등 여러 금속과의 합금 형태로 뛰어난 물성을 가지므로 하이 테크놀로지 분야에서 필수 불가결한 요소가 되고 있다. 자원이 부족한 우리나라에서는 제련중간물, Scrap 또는 산업폐기물로 부터 붕소의 분리정제 기술개발 및 연구가 요청된다. 본 연구는 킬레이트수지를 이용한 흡탈착에 의한 붕소의 분리농축 및 용매추출법을 이용한 붕소의 추출정제에 대하여 실험조사 연구하였다.

2. 실험방법

2.1 흡착실험

킬레이트수지에 의한 붕소의 흡착실험은 증류수에 보존된 습윤수지를 원심 분리한 후, 항온조($35-40^{\circ}C$, 3hr)에서 건조한 수지 일정량과 완충용액으로 적당하게 pH를 조절한 붕소수용액 50ml를 삼각플라스크에 취하여 $25 \pm 0.1^{\circ}C$ 의 항온수조에서 20시간 진탕한 후, 고-액을 분리하고 수용액 중의 붕소이온 농도를 ICP로 분석하였다.

2.2 추출실험

일정농도의 추출제 2-ethyl-1,3-hexanediol(EHD)를 Xylene에 녹인 유기상과 붕소이온이 함유된 수용상의 부피를 각각 $20cm^3$ 로 하여 $100cm^3$ 삼각 플라스크에 넣고 밀폐한 후, $25 \pm 0.1^{\circ}C$ 의 항온진탕조에서 3시간이상 정치한 후, 두 상을 분리하였다. 그 후, 피펫으로 수용상을 채취하여 붕소이온의 농도를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 흡착특성

Fig. 1은 글루카민형 킬레이트수지 CRB-02에 의한 NaOH용액에서의 각 금속이온의 흡착평형분배비를 나타낸것으로, CRB-02수지는 붕소와 구리에 대하여 선택적 흡착능이 큼을 알 수 있었다. Fig. 2는 CRB-02수지에 의한 붕소의 평형흡착에 미치는 pH의 영향을 나타낸 것으로 pH가 8-9에서 최대의 흡착이 일어남을 알 수 있다.

3.2 용매추출

Fig. 3은 붕소의 추출에 가장 적합한 추출제로 알려진 EHD의 농도변화에 따른 평형추출 분배비를 나타낸 것이다. 평형분배비는 Dudeney가 제시한 다음의 식과 일치하였으나,

$$\log[D] = a \log[EHD] + C \quad (\text{pH } 2\text{-pH } 8)$$

$$\log[D] = a \log[EHD] - \text{pH} + C \quad (\text{pH } 9.8\text{-pH } 11.5)$$

상수 a와 c는 Fig. 3에서와 같이 다소 차이가 있었다.

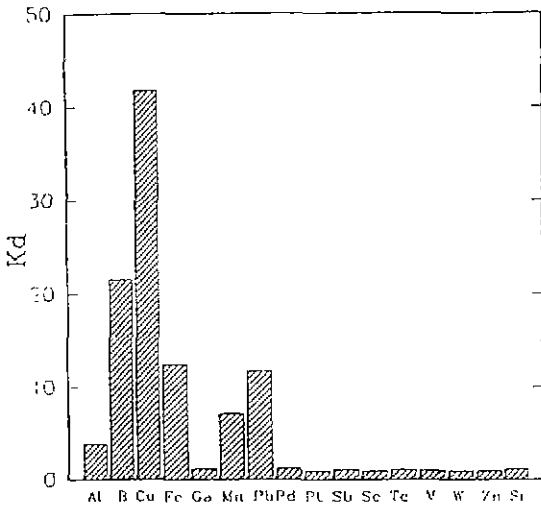


Fig 1 Distribution ratio, Kd of metals in NaOH solution on chelate resin (CRB-02)

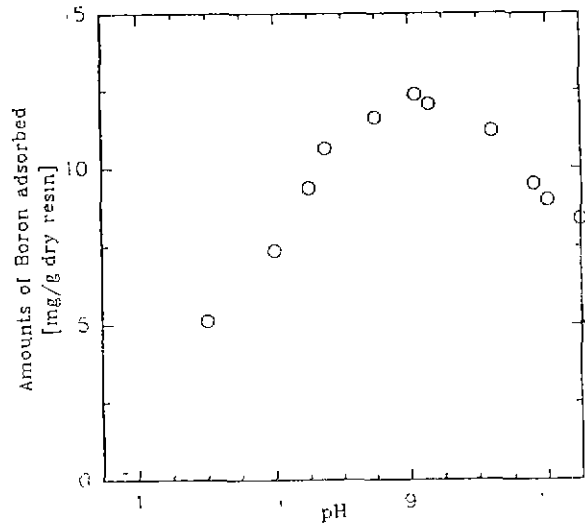


Fig.2 Effect of pH on equilibrium adsorption of boron ion by chelate resin(CRB-02)

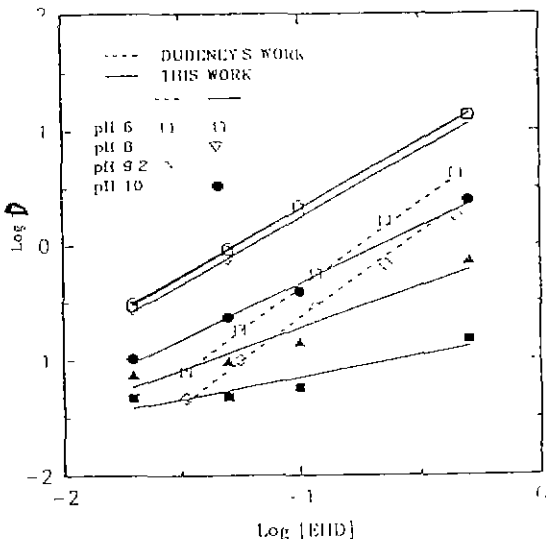


Fig. 3 Distribution ratio of Boron as a function of the extractant concentration.

4. 참고문헌

- 1) Poslu K., A. William and L. Dudeney: Hydrometallurge, 10, pp. 47-60(1983).
- 2) M. Matsumoto et al., Proc. Symp. Solv. Extr. 1993, p. 13(1993).
- 3) 梁 鍾奎ら., 日本化學工學論文集, 20(2), pp. 141-147(1994)

폐타이어를 이용한 제강분진처리 (I)

(The Treatment of EAF Steelmaking Dusts
with Waste Tires(I))

최재신, 정석수, 조충형
이성룡, 이상화, 황용길

1. 서론

전기로 제강에서 발생하는 분진중에는 유가금속도 상당히 함유되어 있으므로 이들을 매립 등에 의해 처리하는것은 2차 공해를 유발시킬뿐만 아니라 자원의 활용에도 많은 악영향을 미친다.

또한 자동차 수요의 증가에 따라 발생하는 폐타이어의 배출량 또한 점차 증가하고 있다.

그러므로 분진중에 함유된 Zn, Pb, Fe 등의 유가금속을 회수하기 위하여 폐타이어를 건류하여 만든 건류탄소를 환원제로 이용하여 재활용하고자 하였으며 또한 분진을 Pelletizing하거나 Briquetting해서 환원처리 할 때, 공해발생과 작업상의 단점을 보완하기 위하여 제지공장에서 발생하는 폐펄프와 분진 및 건류탄소를 소정의 비율로 혼합 후 성형한 다음 통기도 및 압축강도실험 등을 통하여 아연취발제련의 기초자료로 제시코져 하였다.

2. 실험결과 및 고찰

실험에 사용한 분진의 화학조성은 Table 1과 같으며 상온에서 소정량의 분진과 건류탄 25 wt.%에서 폐펄프량의 변화에 따른 통기도는 Fig.1에서 보는 바와같이 폐펄프량의 증가에 따라 증가하였다.

그리고 건류탄의 함량증가에 따른 통기도는 미세하게 증가하였으며, 또한 Fig.2에서 보는 바와같이 온도증가에 따른 통기도변화는 고온으로 갈수록 상당히 증가하였다.

Table 1. Chemical composition of EAF Dust.

Composition	Mg	Al	Zn	Cu	Fe	Cr	Cd	Pb	Ca	Cl	etc
%	0.95	0.92	28.30	0.49	31.80	0.33	0.05	6.73	2.63	5.20	22.

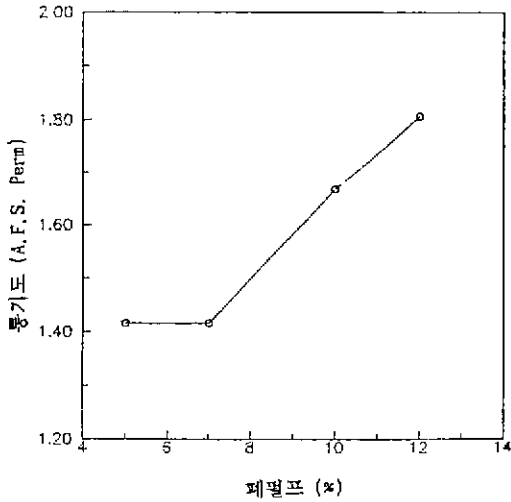


Fig. 1. EAF Dust와 페타이어 건류탄을 100:20으로 혼합한 시료에 페펄프를 각각 5, 7, 10, 12%로 첨가하였을때의 통기도.

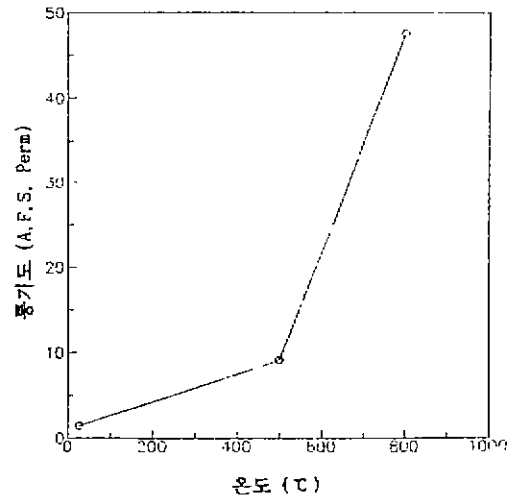


Fig. 2. EAF Dust와 페타이어 건류탄과 페펄프를 100:20:10으로 혼합한 시료를 각각 27와 500, 800°C에서 소결후의 통기도.

3. 참고문헌

- 1) Toshio Matsuoka : New technology for treating electric arc furnace dust, Iron and Steel Engineer, Vol.2, pp.37~40, 1991
- 2) 伊藤聰 と 阿座上竹四 : 製鋼ダストからの 金屬亞鉛回收, 日本鑛業會誌, 104[1209], pp.821~827, 1988
- 3) Doremieux J. L., Bloise R. and Cowache P. : Trans. I. M. M., 88, C238~C244, 1983
- 4) 황용길, 이상화, 강헌찬 : 제강분진과 산업폐기물의 처리, 동아대학교 부설 한국자원개발연구소, 6권1호, pp.79~84, 1982

폐가전제품의 처리 현황

정헌생*, 조영수**

*한국자원 연구소

**한국자원 재생공사

생활의 윤택함과 편리함에 결들여 칼라텔레비전, 냉장고, 세탁기, 냉방기 등의 가전제품은 가정생활의 향상에 공헌하여 없어서는 안될 존재로 되어있고 근래에는 비디오, 퍼스컴 등의 가정에 대량 보급됨으로서 가전제품의 폐기량 또한 매년 증가하고 있는 실정이다.

년간 전국적으로 300만대(8000대/일), 서울에서는 100만대(2600대/일)정도이고 중량으로는 전국적으로 약 150,000톤, 서울에서는 약 50,000톤이 발생되고 있는 폐가전제품의 발생량은 급증추세에 있어 이들의 처리는 심각한 사회문제로 대두되고 있다. 더욱 텔레비전, 냉장고, 세탁기와 같은 제품들은 부피가 클 뿐만 아니라 대부분 구성재의 화학적 성분이 화학, 생물학적으로 안정하여 매립처리에 어려움이 많아 매립지의 부족상황은 가중되어 가고 있는 실정이다.

본고에서는 대형 폐가전제품의 발생량 추이를 분석하고 회수시스템을 알아보도록 하였으며 지방자치단체 및 민간업체에 의한 처리 및 재활용 실정 등에 대하여 소개하였다.

製鐵所 轉爐 dust로 부터 鐵粉末 回收에 관한 研究(II)

-轉爐 dust의 利用에 관한 研究-

金美星, 金 晚, 趙明昊, 金台東*, 金性完*, 吳在賢

延世大學校 金屬工學科

*産業科學技術研究所

Recovery of α - iron from converter dust in a steel making factory

- Utilization of the converter dust in a steel making factory -

Mi-Sung Kim, Mahn-Kim, Moungh-Ho Cho, Sung-Wan Kim*, Tae-Dong Kim* and

Jae-Hyun Oh

Dept. of Metallurgical Eng., Yonsei Univ.

* Research Institute Of Industrial Science & Technology

요 약

本 研究에서는 製鐵所 轉爐 dust를 使用하여 一次報告의 基礎的인 鐵粉末의 回收에 이어 semi pilot 裝置의 濕式 사이클론(wet cyclone)을 使用해서 高純度의 鐵粉末을 回收하여 粉末冶金用(鎔接棒用 포함) 原料, 鐵粉法 廢水處理用 등으로 그 用途를 開發 하고자 하였으며, 이를 통하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 光陽製鐵所 EC dust를 vibration mill로 2分동안 磨鍊한 다음 濕式 사이클론에 分級實驗을 하여 + 200 mesh(underflow)를 가지고 3번에 걸쳐서 分級한 다음 Total Fe 96.26%, Metal Fe 93.06%의 鐵粉末을 62.65% 回收 하였다. 이렇게 回收한 +200 mesh의 鐵粉末을 다시 아트리터에서 5分동안 磨鍊한 후 分級實驗을 하여 高純度의 鐵粉末(Total Fe 99.76%)을 47.66% 回收할 수 있었다.
2. 轉爐 dust에서 回收한 鐵粉末은 +65 mesh:36.16%, 65/100: 24.43%, 100/200: 26.68%, 200/270:12.64%의 粒度分布를 가지고 있었으며, 스웨덴 Hoganas社(製

品名:W40.24, W40.29, W40.37, W40.37OX)의 低級用 鐵粉末 粒度와 거의 비슷한 分布를 나타내고 있었다. 그리고 轉爐 dust에서 回收한 鐵粉末의 Fe 品位(99%)는 스웨덴 Hognas社의 低級用 鐵粉末의 Fe 品位(98%)보다 높음을 알 수 있었다.

3. 轉爐 dust에서 回收한 鐵粉末과 스웨덴 Hognas社(製品名:MH80.23)의 鐵粉末은 모두 α - Fe로 flake 形을 보이고 있었다.
4. 浦項 CF dust와 光陽 EC dust의 粒度에 따른 銅이온吸着量을 測定한 결과, 粒度가 작아질 수 록 銅이온吸着量이 增加 되었으며, 특히 EC dust 200/325 mesh 粒度에서는 90% 以上 銅이온이 吸着 되었다.
5. CF dust와 EC dust를 20分 동안 磨鑢하여 粒度別로 黃酸銅(300 ppm)溶液에 넣고 攪拌한 후 銅吸着量을 比較 分析한 결과, CF dust와 EC dust의 100/200 mesh(Fe 品位: 93.33%)粒度에서 銅이온이 95% 以上 吸着 除去됨을 알 수 있었다.
6. 鐵粉末이 300ppm의 銅이온을 거의(99%) 吸着하기 위해서는 약 10분이 소요됨을 알 수 있었다.
7. 磨鑢時間 20分 以上부터 回收한 鐵粉末은 銅이온을 99%이상 吸着 除去 시킬 수 있었다.
8. 黃酸銅 溶液을 濃度別(100, 200, 300, 600 ppm)로 使用하여, 鐵粉末에 의한 銅吸着量을 測定한 結果, 모든 濃度에서 銅이온이 거의(99.9%) 吸着 除去됨을 알 수 있었다.
9. 轉爐 dust를 適當時間 磨鑢하여 濕式 사이클론에 의해 +270 mesh(underflow)와 -270 mesh(overflow)로 粒度로 分級한 후, -270 mesh의 粒度(酸化鐵)는 廢水處理用 原料로 使用 하고, +270 mesh의 粒度(鐵粉末)는 粉末冶金用(鎔接鋒用 포함) 原料로 使用하는 것이 바람직 하다.

폐전선 재활용 기술연구

양정일 · 최우진 · 오중환
한국자원연구소 광물활용부

Study on recycling technology for used cables
Jung-Il Yang, Woo-Zin Choi, Joong-Whan Oh

Dept. of Mineral Utilization,
Korea Institute of Geology, Mining and Materials

1. 서론

폐전선류 등은 재활용 가치가 높은 때문에 간단한 처리 방법 등이 이미 개발되어 일부 실용화 되어있는 형편이다. 그러나 아직까지도 일정한 굵기 이하의 가는 폐전선의 효율적인 처리 또는 현재 가행되고 있는 공정중에서도 폐 절연물질중에 수반되는 미립동의 유실의 문제점 등이 있다.

따라서 본 연구는 이러한 문제점들을 해결할 수 있는 기초적인 기술 방안과 현재는 일정한 종류의 폐전선만을 간단한 처리 방법으로 처리하고 있는 실정이지만, 앞으로는 다품종의 폐전선이 처리되어야 할 것을 감안하여 기초적인 실험실 연구를 시도하게 되었다.

2. 실험방법

서론에서 언급한 문제점등을 해결하기 위하여 PE제로 피복된 통신용 케이블로서, 나선 1본의 직경이 0.4mm 와 0.65mm 인 것을 사용하였다.

실험방법은 Toluene, Benzene, THF, Acetone 등과 같은 Solvent 를 이용하여 동과 피복제 PE와 분리할수 있는 화학적 처리방법과 가는동선 또는 미립동과 절연물질의 분리를 위한 정전기 선별방법을 비교 검토 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

각종 Solvent를 비교 검토 실험한 결과, Toluene이 비교적 양호한 처리시약이었으며, PE 피복제와 동선의 분리효과는 온도증가에 따라 향상되며, 화학처리용액농도가 낮을수록 향상되었으며, 폐전선의 절단길이 증가에 따라 감소하였으며, 폐전선의 직경이 감소할수록 분리효과가 감소됨을 알수 있었다.

PE 피복제와 동선을 정전기적 분리방법으로 분리할 경우, 분리효과는 급강의 크기 증가에 따라 감소되며, 정전기 선별기 Roller의 회전 속도 증가에 따라 감소되고, 공급되는 직류전압에 증가에 따라 증가함을 볼 수 있었다.

4. 결론

1) 0.04mm dia 이하의 세 폐전선을 건식테이블 선별처리할 경우는 1-2 mm 길이 정도로 잘게 절단하여야 하며, 이때 동 회수율도 저할될 뿐만아니라 용동시 문제점을 야기시킬수 있어서, 이를 해결하기 위하여 물과 톨루엔을 1:1의 비율로 혼합하여 86°C 까지 가열한 후, 폐전선을 10 - 15mm 길이정도로 절단하여 5% Solid 상태에서 교반(700 RPM)하여 약 10분 정도 처리하면 동과 절연물질이 양호하게 분리 가능하다.

2) 현재 일반적으로 폐전선을 분쇄 - 건식테이블비중 선별하는 공정을 활용하고 있으나 앞으로 처리 방법이 대형화되고 재활용 대상 폐전선의 종류가 복잡해지는 경우에는 절단 - 건식비중선별 - 정전기 선별 등의 복합 처리 공정이 요구될 것으로 보아, 본 연구에서도 폐전선의 정전선 별처리를 한 결과, 동과 절연 물질의 분리 효과는 처리 대상물질의 입도크기, 정전 선별기의 Roll 속도, 정전 선별시 고압교류전압, 고압 직류전압의 변화에 큰 영향을 받으며, 실험결과로 보아 정전기 선별기 Roller 속도는 20 - 50RPM, 고압직류전압은 15 - 30KV 정도가 양호한 것으로 나타나 있다.

5. 참고문헌

- 1) Min-Shing Tasi, Huahn-Shiou Tsai, Separation and Recovery of Metals from Insulated Cables and Wires, The Second International Symposium on East Asian Recycling Technology, pp.34-45, 1993
- 2) J Marcher, Separation and Recycling of Wire and Cable Scrap in Cable Industry, Wire Journal International, pp 106-114, 1984
- 3) J.F.Sullivan, Recycling scrap Wire and Cable: the State of the art, Wire Journal Interantional, pp.36-50, 1985

산업폐기물로부터 V회수에 관한 기초연구

박현서, 조규성*, 반봉찬**

삼성중공업(주) 대덕 중앙 연구소

*전북대학교 자연대 지구과학과

**순천대학교 공과대학 금속공학과

1. 서론

현재 화학공업 및 제련공정에서는 많은 폐기물이 발생하며 이들 폐기물은 대부분 특정 폐기물에 아직도 대다수가 폐기되고 있다. 환경보호 측면에서 뿐만 아니라 자원의 재활용이라는 경제적 측면에서 가능한 이들이 지니고 있는 유가 금속을 재회수 내지는 재활용하는 노력이 필요하다. 이들 중 화학 및 금속공업에서 발생하는 V함유 폐기물은 1)제강과정의 LD슬래그, 2)V제련시의 침출잔사, 3)TiO₂발생시의 염소법이나 황산법의 잔사와, 4)Al₂O₃ 발생시의 잔사등이 있다. 이들 모두는 공통적으로 Fe와 Mn이 평균 함량의 대부분을 차지하고 수%의 V와 Cr함유 합금철 원소, 알칼리성분의 함량이 0.5~7%, 슬래그 형성제인 소량의 TiO₂ 와 Al₂O₃, 비교적 변화가 큰 높은 함량의 CaO, MgO와 SiO₂등을 함유하고 있는 것을 특징으로 하고 있다. 따라서 본 연구에서는 환경문제를 해결하고 금속외에도 불활성의 무해 슬래그제조를 V함유 LD슬래그의 적정처리 환원 조건을 조사하고자 한다.

2. 실험방법

V함유 LD슬래그의 용융환원에 관한 실험은 Tamman노에서 시행하였다. 이 슬래그의 a) 적정화학적 조성, b) 환원 온도, c) 환원 속도, d) 금속의 적정화학

적 조성, e) 환원을 및 f) 슬래그 내의 V의 이온가 등의 요소를 고려하여 용융 환원의 적정조건을 도출하고자 하였다.

3. 결과 및 고찰

환원에 대한 첨가물의 영향

모든 경우에 있어서 슬래그내의 V양은 시간에 따라 크게 감소한다. 염기도 1.6인 경우를 제외하고는 V의 환원은 염기도가 높을때 양호하다. 특히 염기도 1.4인 30분의 환원시간에서 슬래그내의 V함량은 약 0.02%까지 저하된다.

V환원에 대한 용체온도의 영향

V의 환원은 지체없이 비교적 낮은 온도에서 FeO와 P₂O₅가 함께 직접 시작한다. 서로 다른 온도에서 V환원에 대한 Al₂O₃의 첨가의 긍정적 영향은 MgO 첨가에 비하여 훨씬 크다. Cr의 환원 거동은 우선 Al₂O₃ 첨가시 비교적 높은 온도1500℃에서, MnO 첨가시 비로서 1550℃ 에서 일어나게 된다. MnO의 환원은 1600℃까지 거의 일어나지 않는다. 그 결과 FeO 환원을 통해 온도상승에 따라 슬래그의 MgO함량이 증가하게 된다. MnO환원은 초기함량이 아주 낮기 때문에 그대로 머물러 있다. FeO와 P₂O₅의 환원은 SiO₂혹은 SiO₂/MgO첨가시에서 보다 SiO₂/Al₂O₃첨가시에 온도상승시에 뚜렷하게 유리하였다.

V의 환원 속도

V의 환원 속도계수는 0.0012kg/m²·s와 0.0021kg/m²·s사이에 있다.

환원후의 슬래그 구조

LD슬래그 에서는 gehlenite 찾아볼 수 없다.

4. 결론

환경오염 방지 및 자원활용 측면에서 폐기되고 있는 V합유 제강슬래그로부터 V회수를 통한 용융환원 실험을 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 염기도 1.4, 1600℃, 환원시간 30분에서 환원속도는 $0.001888\text{kg/m}^2 \cdot \text{s}$ 이었다.
- 2) 반응속도 식에서의 k 값(%min)은 $0.51\exp(-0.107t)$ 이었다.
- 3) 환원율은 58%(1400℃), 70%(1500℃), 74%(1550℃), 82%(1600℃), 98%(1660℃),30min)이었다.

폐수중 불소처리잔사의 재활용에 관한 연구

Study on the reuse of sludge containing Ln-F compound from the defluoride process for waste water

*홍영호, 노재호, 이상모

(주) 럭키금속 기술연구소

최근들어 환경에 대한 관심이 고조되면서 폐수를 보다 효과적으로 처리할 수있는 방법에 대한 연구도 활성화 되어가고 있다. 또한 환경에 대한 규제치가 더 엄격해짐에 따라 이에 대응하기 위한 연구가 활발하게 되어가고 있는 바 특히 처리가 까다로운 불소, 붕소, 인, 비소등의 원소에 대해 이들과 커다란 친화력을 나타내고 있는 희토류 원소를 폐수의 처리에 응용하고자하는 연구가 진행되고 있으며, 매우 뛰어난 효과가 있음이 알려지게 되었다. 특히 불소폐수의 경우 반도체 공장, 유리산업등에서 발생하는 양이 매우 크므로 희토류 원소를 사용하여 이를 처리할 경우 매우 효과적이고, 환경적으로도 유익한 방법이 될 수 있다.

그러나 희토류를 사용하는 방법은 기존 방법에 비해 상대적으로 고가이고 그 원료 또한 전량 외국에 의존해야 하므로 이러한 문제가 먼저 해결되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 희토류 원소를 폐수처리에 적용할 경우 발생하는 슬러지를 다시 재생하여 폐수처리제 또는 다른 용도로 사용할 수 있는 방안에 대하여 연구하였다.

본 연구에서는 특별히 불소폐수의 처리에 있어서 발생하는 희토류의 불화물을 다시 재생하는 방법을 모색하였으며 실제의 공장폐수중의 불소를 처리한 후 발생하는 슬러지

를 사용하여 실험한 결과 성공적으로 재생, 활용이 가능함을 알 수 있었다.

불소처리 후 발생하는 슬릿지는 희토류의 불화물로서 폐수처리제로 사용하는 희토류 원소의 조성에 따라 주로 경희토 원소의 불화물이 되며 이 슬릿지는 여과되어 건조된다 해도 희토류 원광석보다는 화학적으로 결정성이 느슨한 상태이므로 희토류 광석 특히 바스트나사이트나 모나사이트에 사용되는 처리방법을 응용하면 쉽게 분해 및 처리가 가능할 것을 예상할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 바스트나사이트의 처리에서와 같이 폐 슬릿지를 1차로 열처리한 후 약산으로 La, Pr, Nd등을 선택적으로 침출하여 세륨의 품위를 높여 세륨 정광으로 만드는 방법과 모나사이트의 분해시와 같이 알카리로 분해하여 희토류를 희토 수산화물로 만든 후 산에 용해하여 다시 폐수처리제로 사용하는 방법을 적용하였다. 각각의 방법이 모두 희토류 원소의 재생에 성공적으로 사용될 수 있음을 알 수 있었다.

세륨 정광은 TV브라운관이나 유리밸브 제조용 첨가제 및 유리 연마제로 사용되고 있으며 폐 슬릿지의 재생을 통하여 그 제조가 가능함을 알 수 있었다. 불소처리 슬릿지를 건조후 800~1000℃로 두시간 이상 열처리 할 경우 희토류 불화물은 열처리 조건에 따라 세륨의 경우에는 CeO_2 , $CeOF$, CeF_3 의 단독상 또는 이들의 혼합상으로 존재하게 되며 여기에 기타 희토류 원소의 산화물이 혼재하게 된다. 이것을 묶은 염산으로 선택적 침출을 행하면 세륨 정광이 잔사로서 얻어지게 되며, XRD를 통하여 기존의 세륨정광과 거의 일치함을 알 수 있었다.

희토류 슬릿지의 알카리 처리법은 희토 불화물을 건조 후 가성소다와 섞어서 mild steel에 넣은 후 300℃부근에서 일정시간 동안 반응시키는 방법을 통하여 희토류 원소는 수산화물로 되고 불소 이온은 NaF 로 되어 가용성의 염이 되므로 다시 물로 세척하면 희토류 원소는 산화물형태로 얻어지며 이것은 알카리 열분해 조건에 따라 산에 용해되기 쉬운 형태로 제조 가능하므로 폐수처리제 및 기타의 희토류 화합물을 제조하기 위한 원료로 사용할 수 있게 된다.

폐전지의 재활용기술 현황

손정수, 박경호

한국자원연구소 광물활용연구부

최근 카세트, 무선전화기 및 캠코더 등 휴대형 전자제품의 사용이 급증하고 있고 계산기, 시계 및 완구 등의 수요가 확대되면서 이들 제품에 사용되는 전지의 양이 날로 증가 추세에 있다. 전지는 화학반응에서 방출되는 자유에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 장치로 망간전지, 수은전지, 산화은전지 및 리튬전지등의 1차전지와 니켈-카드늄 전지, 납축전지, 리튬2차전지 및 니켈-수소전지 등 충전하여 재사용할 수 있는 2차전지가 있다. 한편 전지수요가 증가함에 따라 수명이 다하여 버려지는 폐전지의 양도 함께 증가하고 있는데 이들 폐전지중 무수은 망간전지 및 리튬전지를 제외하고는 모두가 환경에 유해한 수은, 카드늄, 납 등의 중금속을 포함하고 있어 환경보호차원에서 이의 처리가 시급히 요구되고 있는 실정이다. 또한 이들 전지에는 은, 리튬, 아연 및 망간 등 유가금속이 함유되어 있으므로 폐전지의 재활용을 통한 중금속 및 유가금속의 회수는 환경오염 방지 및 자원의 재이용을 동시에 만족시킬 수 있는 방법이다.

본 연구에서는 폐전지를 올바르게 구분하고 각 전지의 유해성분 및 유가금속 성분을 파악하기 위하여 현재 유통되고 있는 전지의 종류 및 특성에 대하여 조사하고, 점차 강화되고 있는 환경규제 및 협약에 따라 시행되고 있는 폐전지의 수거 및 규제현황에 대하여 살펴보았다. 또한 각 폐전지별 처리기술에 대한 외국의 동향 및 국내 현황 등을 알아보고 현재 본 연구에서 수행하고 있는 단추형 함수은 폐전지의 처리현황을 간단하게 소개하였다.

자원재활용 및 환경보호차원에서 폐전지의 재활용에 대한 실효성을 얻기 위해서는 무엇보다도 폐전지의 수거, 회수에대한 국민적 차원에서의 적극적 참여가 중요하며 조직적이고 효율적인 수집체제가 운영되어야 한다. 또한 전지의

종류가 매우 다양하므로 재활용기술 역시 다양할 수 밖에 없으며 각 전지에 함유된 유해금속의 환경기준치 및 유가금속의 경제성을 검토하여 기술적으로 가장 적절한 공정의 선택이 이루어져야 한다. 단추형 함수은 폐전지의 처리실험에서는 물리적 선별을 통하여 산화은 전지와 수은전지 및 기타 단추형 전지의 분리를 시도하였으며 건식방법을 통하여 수은전지로 부터 금속수은을 99.9% 이상 회수하였고 폐전지잔사는 용출시 수은농도가 0.005ppm이하가 되어 환경기준을 만족시켰다. 한편 분리된 산화은 전지는 건식 및 습식처리방법을 이용하여 은을 회수하고 이의 고부가가치에 대한 연구를 통하여 폐전지의 재활용에 대한 경제성을 높이고자 하였다.