

## 電氣爐 製剛粉塵 中 高亞鉛含量粒子 成分의 摩擦帶電分離 回收

張炫柱 · \*金東秀 · 金倅久\* · 趙敏永\* · 南宮源\*

梨花女子大學教 環境學科, \*浦港產業科學研究院 鎔融還元프로젝트팀

### Triboelectrostatic Recovery of High Zinc-Containing Particulate contents from Steel-Making Process Dust

Hyun-Joo Chang, \*Dong-Su Kim, Hang-Goo Kim\*, Min-Young Cho\* and Won Namkung\*

Department of Environmental Science and Engineering, Ewha Womans University

\*Research Institute of Industrial Science & Technology Smelting Reduction Project Team

#### 요 약

전기로 분진은 전기로법에 의한 고철처리량의 증가와 함께 매년 그 양이 증가하고 있다. 이러한 전기로 제강분진은 매립에 의한 처리가 주를 이루어 왔으나, 최근 매립부지의 부족과 중금속 용출 등에 의한 위해성에 의해 특정폐기물로 지정되어 이에 대한 처리에 관심이 고조되고 있다. 본 연구에서는 전기로 분진의 재활용 방안과 관련하여 이의 형상 및 입도분포, 성분물질 등을 분석하였으며, 재활용 가능한 유가금속의 하나인 Zn의 마찰대전분리에 관한 기초 연구를 시행하였다. 그 결과 입자의 형상은 구형, 비구형이 집적되어 있고 그 구성 성분으로는  $ZnFe_2O_4$ , ZnO, Fe, Zn 및 FeO 등으로 구성되어 있는 것으로 관찰되었다. 특히, 회수 대상인 Zn는 그 중량이 제강분진의 15~30 wt%로 그 함량이 높아 회수하여 재활용하기에 가치가 높다고 판단되었다. 전기로 제강분진내의 성분 물질들은 각각의 일함수가 다름으로 인해 대전 특성이 다르게 나타났으며, 이를 이용하여 Zn의 품위를 더 높여 제강분진을 분리할 수 있었다. 제강분진의 성분물질을 각각 단일 시료로 하여 재질이 다른 중간대전물질로부터 총 Zn의 품위를 높이는 데 가장 적절한 중간대전물질을 결정하였다. 전극판의 간격, 전압의 세기, 순환처리 등에 의한 분리변수 등이 마찰대전분리의 효율에 미치는 영향을 조사하여 최적의 조건을 도출하였다. 이 조건에서 마찰대전분리 후 분진에 함유되어 있는 Zn의 함량이 50wt%를 상회하는 제강분진을 분리 회수 할 수 있었다.

**주제어:** 제강분진, 아연, 분리 회수, 마찰대전, 일함수

#### Abstract

The amount of electric furnace dust has been steadily increasing due to the increase of iron scraps which are usually recycled by electric furnace melting process. To date, this electric furnace dust has usually been treated by landfilling, however, because of shortage of landfill sites and heavy metal leaching more desirable treatment schemes are urgently needed. Among several possible schemes for the proper treatment of electric furnace dust, its recycling can be said to be most desirable. In present study, the triboelectrostatic separation of zinc and zinc-containing components from electric furnace dust was attempted based on its physicochemical properties such as particle shape, size distribution, and chemical assay. The dust was found to be mixed with spherical and non-spherical shaped particles and its major component materials were  $ZnFe_2O_4$ , ZnO, Fe, Zn, and FeO. The content of zinc-containing components in the entire dust was observed to be in the range of 15~30 wt%, which reasonably justified that zinc is recyclable. The triboelectrostatic characteristic of each component material was found to be different each other since their work functions were different, and based on this characteristic zinc and zinc-containing component could be fairly separated from the dust. After selecting a proper tribo-electrication material, the separation features of zinc and zinc-containing component were examined by taking the distance of electrodes, electric field strength, and scavenging as the experimental variables. The highest zinc-content obtained under the optimal separating condition was found to be up to 50wt%.

**Key words:** steel-making process dust, Zinc, selective recovery, triboelectrostatics, work function

\* 2003년 10월 20일 접수, 2004년 2월 13일 수리

\* E-mail: dongsu@ewha.ac.kr

## 1. 서 론

국내 전기로를 이용한 조강 생산능력은 2,500만 톤 이상<sup>1)</sup>으로 고철 용해 과정에서 전기로 분진은 제강 톤당 약 1.3~1.5% 발생하며, 국내 발생량은 연간 23만 톤에 이르고 있다. 현재 국내의 전기로 분진 처리는 주로 매립에 의존하고 있으며, 전기로 분진 내에 함유되어 있는 Cd, Pb, Cr 등의 중금속 용출과 분진의 비산으로 인한 수질 오염, 토양 오염, 대기 오염 등의 환경문제를 야기한다. 이런 환경에 대한 유해성 때문에 전기로 분진은 국내에서 특정폐기물로 분류되어 적절한 처리 절차 후 폐기 처분되도록 법적으로 규정하고 있다.<sup>2)</sup> 또한 매립지 부족과 매립비용의 상승은 처리비용의 증가를 야기하며, 전기로 제강분진의 재활용에 대한 관심이 고조되고 있다.

선진국에서는 이미 전기로 제강분진의 재활용이 실용화단계에 있으며, 국내에서도 다방면에서 여러 연구<sup>3)</sup>가 진행되고 있다. 이러한 선진국의 기술들에 대한 국내 적용 가능성 연구가 이루어 졌으나 이러한 기술들은 고비용, 설비의 대형화로 인해 국내의 실정에 맞지 않아 국내 상황에 적절한 기술개발이 필요하다.<sup>2-3)</sup> 또한 현재 국내에서 전기로 분진에서 회수한 Zn는 품위가 낮아 고품위 Zn에 대한 재활용 시장이 대부분을 차지하는 상황에서 시장경쟁력이 떨어지며 시장 진입이 어렵고, 고품위 Zn를 회수하는 공정은 설계 및 유지비가 높아 실용단계에 이르지 못하고 있다.

본 연구에서는 전기로 제강분진의 15~20%를 차지하고 있는 Zn가 경제성이 높은 특성을 가지고 있어 물리·화학적으로 손실 없이 재생이 용이하다는 점을 고려하여 마찰대전분리<sup>6-8)</sup>로 이들의 품위가 높은 전기로 제강분진을 회수하였다. 국내에서 전기로 분진 중 재활용 시장에서 경쟁력을 가진 Zn를 생산하는 것은 국내 실정에 알맞은 분진 재활용 및 처리 공정에서 에너지와 비용을 감소하는 역할을 할 것이라 사료된다. 이러한 품위가 높은 Zn 회수를 위해서 Zn 성분이 농축된 중간 산물인 분진을 회수하는 과정은 비용의 절감과 설비의 소형화를 동시에 추구할 수 있을 것으로 기대된다.

## 2. 실험방법

### 2.1. 전기로 제강분진

본 실험의 시료인 전기로 제강분진은 (주)포항제철에서 제공된 것으로 철강 제조 공정 중에 발생하는 분진

이다. 제공된 전기로 제강분진은 XRD분석을 통해 성분 물질을 분석하였으며, 입도 분포를 측정하여 분진을 이루는 주 입자 크기를 관찰하였다.

### 2.2. 일함수 경향, 전압별 분리 효율 실험

중간대전 물질인 Cu, SS(stainless steel), PVC, PP, Acryl Resin을 선정하였으며, 동판 전극의 시작 부분의 간격을 9cm, 끝나는 부분을 22cm로 하였다. 시료의 양은 5g, 전압은 20kV로 마찰대전 실험을 하였다. Acryl Resin을 제외하고 소재의 일함수를 참고문헌<sup>10)</sup>을 통해 알 수 있었으며, 경향성을 관찰하여 일함수를 간접적으로 도출하였다.

시료는 전기로 제강분진, 중간대전 물질은 Cu로 마찰대전하였으며 전극판인 동판의 간극은 동일하게 하여 실험하였다. 전압은 5kV, 10kV, 15kV, 그리고 20kV로 하였다.

### 2.3. 간극별 분리 효율 실험 및 순환처리

#### (scaveng-ing) 효과

시료는 전기로 제강분진, 중간대전 물질인 Cu로 마찰대전하였으며 동판의 간극을 조절하였다. 주입부분의 간격/ 끝부분의 간격은 각각 16/22cm, 14/22cm, 12/22cm, 9/20cm로 하였다. 분리효율을 산출하기 위한 cell의 조건은 실험 조건 2와 동일하다.

대전분리한 후 얻은 전기로 제강분진을 반복하여 대전분리를 하였다. 회수하는 Zn의 품위를 높이기 위해서 재분리를 통해 Zn의 품위를 높일 수 있는지에 대한 실험을 통해 순환처리의 효과를 살펴보았다.

### 2.4. 분리 효율 산출

실험과정에서 분진 비산과 집적으로 인하여 마찰대전 후의 전기로 제강분진 내의 Zn의 양과 농도, 무게비(W/W%)만을 이용하여 이들의 분리효율을 나타내는 것은 적절한 비교가 되지 않는다고 사료되었다. 또한, 마찰대전된 분진은 입자의 표면에 전하를 띄게 되고, 입자들이 가지는 전하량의 크기에 따라 전기장내에서의 거동이 다르게 나타난다. 이 때 전기장내에서 하전량에 따라 어느 한쪽 극에 더 가까이 이동하는 편향성을 띄

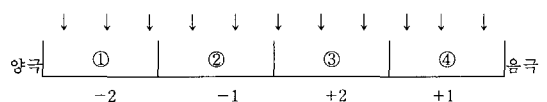


Fig. 1. Recovering cells for triboelectrostatically separated dust.

게 되는데, 특히, Zn는 마찰대전 후 (+)의 전하를 가지게 된다. 전기장을 통과하면서 (-)극으로 편향성을 띄게 되며, 중력의 영향으로 No. 3의 cell에서 Zn의 포집이 용이하다. 이와 같이 종합적으로 고려하여 적절한 중간 하전 물질에 대한 대전분리 이후 이 소재에서 Fig. 1과 같이 각 cell에 대해 +2에서 -2까지 가산점을 부여하여 분리 효율을 산출하는데 적용했다.

**2.5. 성분 분석**

본 실험에서 사용한 전기로 제강분진 마찰대전분리를 통해 얻어진 시료에서 Zn 성분의 함량을 알아보기 위해 AAS(원자 흡수 분광계, 모델명: AAS VAR10 6)를 이용하여 Zn의 농도를 분석하였다.

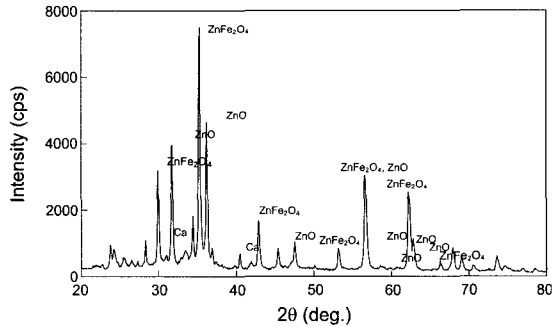
전기로 제강분진 0.0001~0.0002 g을 취하여, 증류수 91.2 ml, 1N HCl solution 8.8 ml에 잘 녹여 시료 용액을 준비하였다. 전기로 제강분진은 여러 금속 원소로 이루어져 있어 시료용액으로 만들 때 용해과정에 주의를 기울여야 한다. 용해과정에서 전기로 제강분진은 어느 일정 성분이 편중되어 집적되어 있는 것을 고려하여 골고루 혼합하였으며, 전기로 제강분진을 산에 의해 녹이는 작업을 선행하여, 용해과정에서의 오차를 줄이는 조치를 취하였다.

**3. 결과 및 고찰**

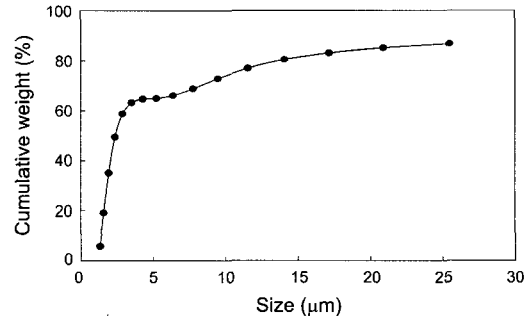
**3.1. 전기로 제강분진의 물리화학적 특성**

시료 전기로 제강분진의 입자는 Fig. 2와 같이 다양한 광물적 조성(ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, ZnO, Fe, Zn 및 FeO)을 가지며, 그 크기가 미세하여 SEM을 이용한 관찰이 용이하지 않았다. 전기로 제강분진을 Fig. 3과 같이 600배, 6000배, 10000배의 배율로 형상을 살펴보고 형상이 가지는 특징을 파악하여 본 실험시 전처리 방안에 대해 착안하였다. 이들 입자들은 전체적으로 구상의 형태를

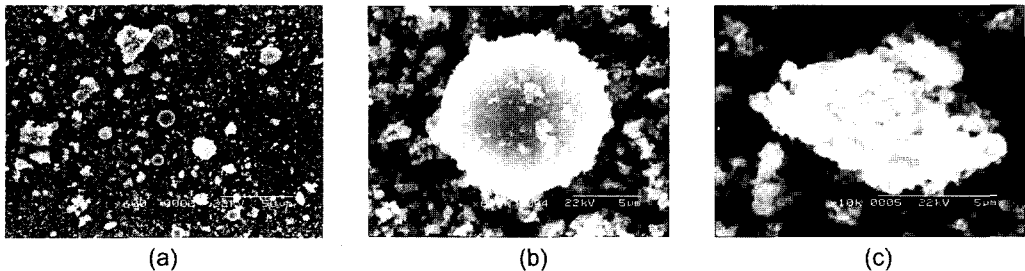
띄고 있으나, 부정형의 입자들도 관찰되어지며, 구상의 입자들과 부정형 입자들이 서로 붙어 덩어리를 이루거나 구상입자의 표면에 여러 부정형 물질들이 흡착되어 있는 등 다양한 형태로 존재하고 있음을 관찰할 수 있었다. 이로부터 전기로 제강분진에서 한 성분이 한 부분에 집적되어 분포되어 있다는 것을 알 수 있었다. 본 실험을 통해 대전분리하여 분석하게 될 전기로 제강분진을 Ball Mill을 이용하여 균일하게 혼합하였다. 입자 분포 측정 결과, 제강분진의 입도 분포는 Fig. 4에 나타낸 바와 같이 주로 5 μm이하가 많았다. 마찰대전시 입도의 크기가 작을수록 대전효과가 좋은데 제강분진의



**Fig. 2. Chemical component of Steel-making Process Dust.**



**Fig. 4. Cumulative weight percent of steel-making process dust according to its size.**



**Fig. 3. SEM analysis of EAF dust (a) ×600 (b) ×6000 (c) ×10000.**

경우 중량당 마찰표면적이 적어 마찰대전효과가 좋을 것이며, 이는 마찰대전분리에 용이하다고 판단되었다.

3.2. 제강분진의 일함수 특성 및 적정 중간하전 물질

전기로 제강분진은 총 Zn와 총 Fe가 15-35%, 20-30%를 차지하고 있는데 이들의 화학적 구성이  $ZnFe_2O_4$ , ZnO, Fe, Zn, FeO 등으로 되어 있음에 착안하여 이들의 분리 경향에 대한 고찰이 중요함을 알 수 있다. 특히 Zn으로 이루어진 화합물의 회절경향이 일정하게 이루어지는 중간하전 물질을 파악하였다. 이를 위해 전기로 제강분진 화학적 성분들의 각 중간하전 물질에 대해 대전분리를 하면서 회절특성을 관찰하여 일함수 경향을 파악하

고, 적합한 중간하전 물질을 선택하기 위해 수행되었다. 여기서, 일함수란 임의의 물질로부터 1개의 전자를 외부로 방출하는데 필요한 에너지이다. 이는 물질 고유의 값으로 이 값의 차이에 의해 물질은 하전되어 전기적 성질을 띠게 된다. 중간하전 물질과 입자들의 마찰대전으로 입자들마다 다른 일함수 값을 갖게 되는데 이러한 특성을 이용하여 서로 다른 입자들을 분리할 수 있다.

전압은 20 kV, 간극은 9/22(시작 부분/끝나는 부분, cm)로 일정하게 하여, 전기로 분진의 주성분인  $ZnFe_2O_4$ , ZnO, FeO, Fe, Zn를 vibrating feeder에 부착된 5개의 중간하전 물질과의 마찰에 의해 대전분리를 수행한 결과 Fig. 5와 같다. Fig. 5의 (a)에서 Acryl resin과 SS

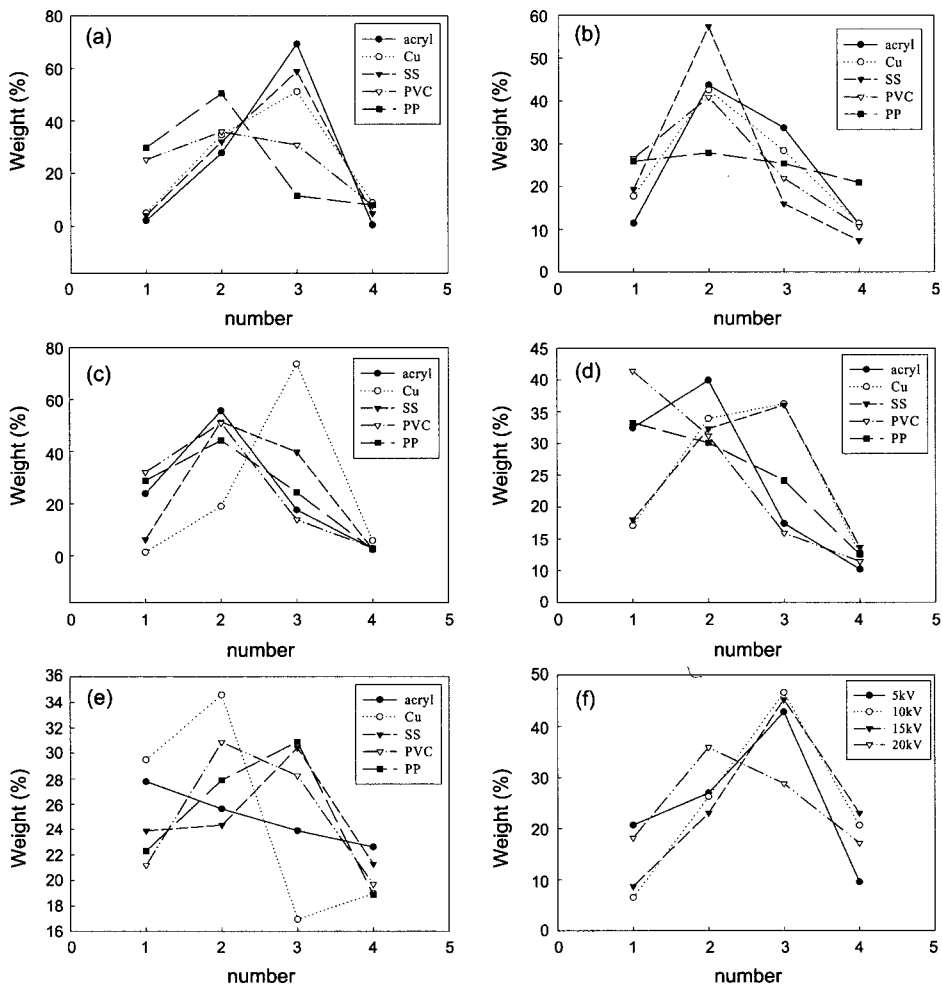


Fig. 5. Variation of weight percent of each component according to the kind of distribution triboelectrostatic generation material (a) Zn (b) Fe (c)  $ZnFe_2O_4$  (d) ZnO (e) FeO and when Cu used as the distribution triboelectrostatic generation material (f) raw dust.

(stainless steel)는 Zn에 대하여 양극으로 각각 70 wt.%, 63 wt.%가 대전에 의해 분리가 되었으며, 양극에 편향성이 있다. 이와 달리 Fig. 5에서 (c)와 (d)에서 Acryl resin과 SS는 대전분리가 이루어진 ZnO, ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 성분 에 대해서는 반대의 경향을 나타내거나 일관성이 크지 않은 것으로 관찰되었다. 보통 SS의 일함수는 4.2 eV<sup>10</sup>로 Zn는 SS보다 일함수 값이 작음을 판단할 수 있으나, Acryl resin과 SS는 Zn화합물에 대해서는 반대의 경향을 나타냈다. 이는 Zn화합물의 일함수가 Acryl resin과 SS에서 크거나 비슷하기 때문인 것으로 판단되었다.

Fig. 5의 (b)와 (e)를 보면, Fe화합물의 경우에서 회절 경향이 일관성이 없게 관찰된 것에 반해, Cu는 Zn에 대해서는 60 wt.%가 양극에 의해 영향을 받아 양극으로 편향성을 가지고 있는 것으로 나타났다. 중간대전 물질인 Cu는 Zn에 대하여 같은 극으로 편향성을 가지는 Acryl resin, SS에 비해서 무게비가 적으나 Zn Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, ZnO에 대하여 각각 약 80 wt.%, 50 wt.%로 단일 시료인 Zn과 동일한 방향으로 대전분리에 의한 특성을 나타내고 있다. 이는 본 연구에서 목적하는 전기로제강분진을 구성하는 입자 물질인 ZnO, ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 그리고 Zn이 중간대전 물질인 Cu에 비해 일함수가 작음을 의미하는 것으로 나타났다. Fe, FeO와 같은 Fe 포함 물질에 대해서는 음극으로 편향성을 보였다. PVC, PP는 Zn화합물, Fe화합물에 대한 분리특성을 보이지 않는 것으로 조사되어 중간대전 물질로 적용하기 부적합하다고 사료된다.

전기로 분진 내의 Zn성분은 ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, ZnO 등의 형태로 존재하여 각각의 단일 물질보다는 총 Zn이 중요하므로 Zn를 포함한 물질들이 일관된 방향으로 편향되게 하는 중간대전 물질은 전기로 제강분진 내의 Zn를 비롯한 Zn 산화물들의 함유율을 높게 하여 회수할 수

있으므로 Zn성분을 분리해 내는 데에 Zn 화합물이 동일한 극으로 편향되며, Zn 화합물에 비해 보다 일함수 값이 클 것이라 판단되는 Cu가 전기로 제강분진의 마찰대전분리를 위한 중간대전 물질로 적합하다. 본 실험에서 마찰대전분리에 의해서 분리된 시료는 분리된 전기로 제강분진의 양 대비 Zn의 함량이 큰 cell No. 2-4에서 회수된 양으로 하였으며, Splitter는 cell No. 1과 2 사이에 놓여지는 것이 적절한 것으로 예비조사를 통해 파악할 수 있었다.

3.3. 전압변화에 따른 분리 효율

앞선 실험을 통해 전기로 제강분진의 대전분리에 가장 적합한 소재로 판단된 Cu를 유도체로 하여 전압을 변화시켜 마찰대전분리 실험을 수행하였다. Fig. 6(a)는 유도체인 전극판의 간극은 9/22(시작부분/끝부분, cm)로 일정하게 하였으며, 5 kV, 10 kV, 15 kV, 20 kV로 전기로 제강분진을 마찰대전분리한 것이다.

무게비는 회수된 전기로 제강분진내 Zn의 총합에 대한 각 cell에서 회수된 전기로 제강분진의 wt% 비율을 나타내고 있다. 20 kV를 제외하면 이들의 무게비는 큰 차이가 없었다. 또한 전압이 증가하면서 회수되는 양은 줄었는데 이는 전압이 커질수록 입자가 작은 전기로 제강분진이 양쪽의 극에 의해 강한 영향을 받게 되어 전기장내에서 낙하하기 전에 유도체인 전극판에 부착되어 본 실험의 회수량에 포함되지 않기 때문인 것으로 사료된다.

20 kV를 제외한 나머지 전압에서는 무게비가 거의 비슷하였으나 이를 가지고 분리 효율이 좋은 적정 전압을 결정하기가 쉽지 않다. 그 이유는 전기로 제강분진의 물리화학적 특성에 기인하는데 전기로 제강분진은 그 크기가 미세하고 다양한 형태와 입도 분포를 가지고 있으

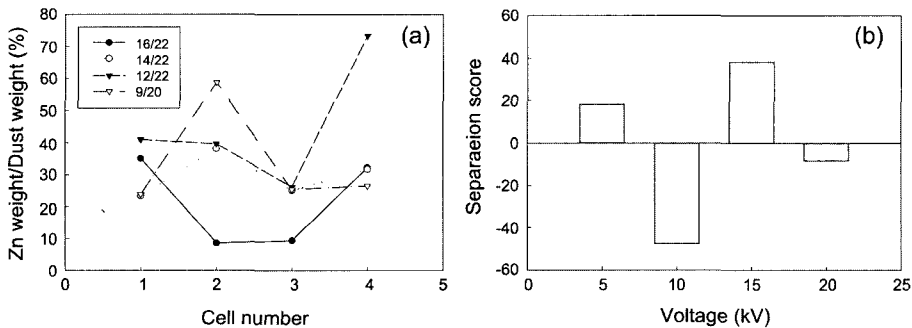


Fig. 6. Variation of weight percent of zinc-rich component from steel-making process dust according to the kind of distribution triboelectrostatic each voltage and separation score (a) Zn weight/dust weight(%) (b) Separation score.

며 여러 가지 원소로 이루어져 있기 때문에 회수된 전기로 분진의 양과 Zn의 함량의 상관관계가 밀접하다고 할 수는 없다.

본 실험에서 splitter를 설치할 기준점을 cell No. 1과 2 사이로 간주하고 있어 cell No. 2에서 회수량이 작아져 전체적인 회수량은 5 kV와 15 kV와의 차이가 크게 나지 않았다. 이러한 분리 효율을 판단하는데 있어 발생하는 문제점을 해결하기 위해 Zn 화합물의 편향성이 높은 쪽에 가산점을 높게 부여하여 분리 점수를 정의하는 것으로 Zn 회수에 대한 대전분리 효율에 반영하였다.

$$\text{분리 점수} = \sum(s \times w) \quad (1)$$

여기서, s와 w는 각각 정해진 cell 의 점수와 정전분리의 결과로 각 cell 에 포집된 시료의 무게를 의미한다. 결과적으로 마찰대전에 의해 분리된 시료의 분리효율은 위의 식으로 정의된 분리점수에 따라 나타내어진다 고 정하였다.

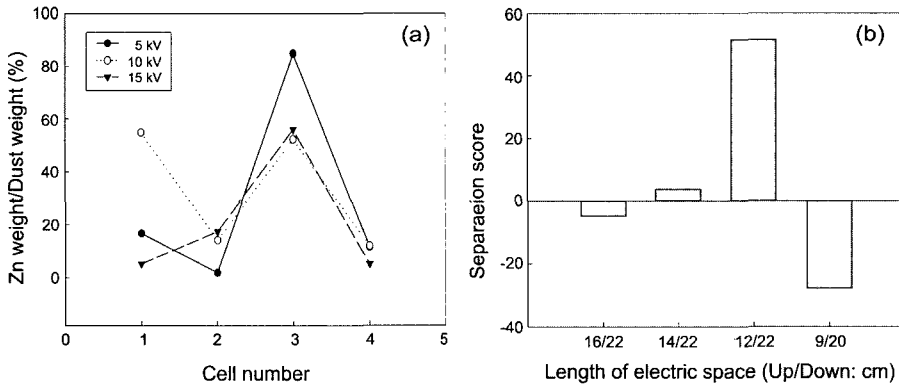
이와 같이 정의된 분리 점수의 값이 높을수록 cell No.에 따라 분리가 적절하게 잘 이루어졌으며, cell No. 1-4사이에서 잘 분리되어 편향성을 띄며, 전체 cell이 아닌 분리가 잘 이루어지는 cell을 고려할 수 있다. 즉, 전기로 제강분진 내의 Zn 무게비에 분리 점수를 적용하여 계산한 값이 클수록 대전분리효율이 높다고 고려하여 산출한 분리 점수를 비교하였다. 분리효율을 적용한 결과, Fig. 6(b)에서 볼 수 있듯이 5 kV보다는 15 kV가 더 분리 효율이 높음을 관찰할 수 있다.

**3.4. 전극판 간극에 따른 분리 효율**

마찰대전분리에 적절한 전압을 결정하는 실험결과를 적용하여 마찰대전분리하기에 적합한 전압인 15 kV에

서 실험을 수행하였다. 이 전압 조건에서 적절한 간격에 의해 생성된 전기장 사이를 낙하하면서 대전에 의한 회절과 낙하에 적합한 유도체인 전극판의 시작 부분과 끝 부분의 간격의 영향을 관찰하였다. 본 연구에서는 전기로 제강분진이 마찰대전 분리될 때 전극판의 간격에 따라 Zn 함량이 영향을 받는지에 대해 살펴보고, 전기로 제강분진에서 Zn의 회수율이 높게 나타나는 전극판의 간격을 도출하고자 하였다. 시작부분에서 끝부분으로 갈수록 간격이 증가하는 형태로 전극판을 설계하였는데, 이는 대전이 된 물질이 전기장의 영향을 받아 유도체인 전극판에 붙는 것을 막기 위한 방안이다. 시작 부분과 끝부분의 스크류모양 bar를 이용, 조절하였다. 동일한 양의 전기로 분진을 마찰대전한 결과 가장 많이 회수된 간극 조건은 12/22cm에서 세번째 cell이었다. 전기로 제강분진의 편향성을 볼 때 Zn 화합물의 중간대전 물질인 Cu에서의 거동과 비슷한 것으로 나타났다. 마찰대전분리 후 회수된 분진량의 총량 대비 각 cell에서 회수한 무게비를 Fig. 7(a)에 나타내었다. 전극판이 평행해 질수록, 즉 상/하 간격이 유사해질수록 대전분리에는 편향성을 잃게 됨을 관찰 할 수 있었다.

Zn양에 의해서 분리 효율을 정하는 것은 마찰대전분리과정에서 대전된 물질의 전기장 내에서의 종합적으로 고려하여, 각 cell에 대한 식 (1)을 적용하여 분리점수를 산출하고 분리 효율을 도출해 내어 Fig. 7(b)와 같이 나타내었다. 가산점에 의한 분리 점수는 시작 부분이 12cm, 끝부분은 22cm가 가장 좋았으며, 이 간극을 가질 때 분리 효율이 높다고 판단되었다. 간격이 너무 가깝거나 먼 경우, 대부분 전기장의 영향을 적게 받게 되거나, 양쪽 극의 영향을 심하게 받아 분리하는데 장애요소가 되는 것을 관찰할 수 있었다.



**Fig. 7.** Variation of weight percent of zinc-rich component from steel-making process dust according to the kind of distribution triboelectrostatic each length of up and down and separation score (a)Zn weight/dust weight(%) (b)separation score.

**3.5. 순환 처리 효과**

본 실험은 마찰대전 분리를 반복해서 실시할 경우 Zn 회수에 어떠한 영향을 미치는가에 대한 실험으로, 동일 시료를 재차 대전분리 한 후, 분석하였다. 재순환 처리를 통해 Zn의 품위를 더욱 높일 수 있는지에 대한 실험을 수행하였다. 계속적으로 대전 분리를 하면서 이 과정에서 투입된 시료는 cell No. 2-4 내에 있는 분진을 재사용하였다. 이러한 과정을 통해 제강분진 내에 Zn wt%가 증가하는 것을 관찰할 수 있었다. 그러나 전기로 제강분진은 입자상의 물질로 재순환과정을 통해 소실되는 분진의 양이 증가하여 분진의 재순환 처리는 비효율적으로 나타났다.

**4. 결 론**

본 연구에서는 마찰대전분리 방법에 의해 전기로 제강분진으로부터 Zn를 효과적으로 회수하는 방안에 대해 연구하였으며, 주요 연구결과는 다음과 같다.

1. 전기로 제강분진은 주로 Zn 화합물과 Fe 화합물로 이루어져 있고, 그 형태는 구형과 부정형을 띄고 있으며, 구형의 입자 혹은 부정형의 입자, 구형에 부정형의 입자들이 집적되어 있는 특징을 가지고 있었다.
2. 본 연구에서 검토된 제강분진은 화학적 구성성분이 ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, ZnO, Fe, Zn 그리고 FeO로 이루어져 있었으며, 이를 5가지 중간하전 물질(Cu, SS, PVC, PP, Acryl Resin)을 이용하여 마찰대전분리를 한 결과, Zn의 품위를 높일 수 있는 중간하전 물질은 Cu 소재가 적합하였다.
3. Cu로 대전시켜 전압을 변화시키면서 마찰대전분리를 한 결과, Zn의 회수에 가장 적합한 전압은 15 kV 정도 인 것으로 판단되었다.
4. 전극판 간격에 따른 분리 효과를 실험 한 결과, 본 연구에 적용된 조건 하에서는 12/22(시작 부분/ 끝 부분, cm)가 적합한 간극임을 알 수 있었다. 15kV, 전극판의 간격이 12/22cm 조건에서 마찰대전분리 결과, 회수된 분진내 총 Zn의 함량은 50%를 상회하는 것으로 파악되었다.
5. 전기로 제강분진의 마찰대전분리에서 반복적인 대

전분리를 시도하여 회수율의 증감여부를 관찰한 결과, 반복적인 마찰대전분리는 편향성을 가지는 cell에서의 Zn의 품위가 높아지고 분리효율이 증가하였다. 그러나 반복적인 대전분리는 시료의 손실을 많이 가져 올 것으로 예측되므로 공정의 제반 사항을 고려한 상태에서 순환횟수의 조절이 필요할 것으로 판단되었다.

**감사의 글**

본 연구는 (주)POSCO의 전기로 제강분진 재활용연구의 일환으로 수행되었으며, 연구비를 지원해 주신 (주)POSCO의 용융환원프로젝트팀에 감사드립니다.

**참고문헌**

1. Korean Iron & Steel Association, 2002: 철강통계연보-2002.
2. 임용빈, 2001: 상용화된 전기로 제강분진 처리 기술의 동향, 인천제철주식회사, 재료마당, 14(3), 73-82.
3. 이환노, 1994: 전기로 Dust 적정처리에 관한 기초연구, 삼성 중공업 주식회사 중앙 연구소, 순천대학교, 대한환경공학회.
4. Rajeh, Z. Faisal, H. and Abdulaziz, I., 1997: Investigation of potential uses of electric arc furnace dust in concrete, Cement Concrete Res. 27, 267-278.
5. Stegemann, J.A., Roy, A., Caldwell, R.J., Schilling, P.J., Tittsworth, R., 2000: Understanding the environmental leach ability of electric arc furnace dust, J. Environ. Eng. 126, 112-120.
6. 어재경, 2001: 마찰대전을 이용한 PET, PVC 정전분리 기술에 관한 연구, 서울대학교, 한국자원공학회지, 38(3), 153-162.
7. Heng Ban, 1997: Dry triboelectrostatic beneficiation of fly ash, Feul 76(8), 801-805.
8. Higashiyama, Y., 1997: Triboelectrification of Plastic Particles on a Vibrating Feeder laminated with a Plastic Film, Journal of Electrostatics, 42, 63-68.
9. Yanar, D.K., Kwetkus, B.A., 1995: Electrostatic separation of polymer powders, Swiss Federal Institute of Technology, 8092 Zurich, Switzerland, Journal of Electrostatics 35, 257-266.
10. 김대균, 2002: 페플라스틱 정전분리를 위한 대전특성에 관한 연구, 자원리사이클링학회, 11(3), 37-45.



張 炫 柱

- 이화여자대학교 환경학과 학사
- 이화여자대학교 대학원 공학석사 재학중

金 東 秀

- 이화여자대학교 환경학과 교수
- 본 학회지 제10권 3호 참조



金 倅 久

- University of Utah 박사
- 현재 포스코 기술연구소



趙 敏 永

- 서울대학교 박사
- 현재 (주)지디 기술이사



南 宮 源

- 한국과학기술원 박사
- 현재 포스코 기술연구소