

폐기물 EAF dust로 부터 乳化形 液膜法에 의한 Zn 성분의 추출  
및 고순도 ZnO 분말의 합성에 관한 연구

황재석\*, 이철태

\*신흥전문대학 환경관리과, 단국대학교 화학공학과

A study on the extraction of Zn by the liquid surfactant membrane process  
from the solid wastes EAF dust and the synthesis of high purity

Jai-Suk Hwang\*, Chul-Tae Lee

\*Dept. of Environmental management, College of Shinheung  
Dept. of Chem. Eng., College of Eng., Dankook Univ.

서론

산업의 발달로 지구상의 자원은 점차 고갈되어 가고 있는 반면 산업폐기물의 발생량은 무한히 증가하고 있다. 이러한 산업폐기물은 그 물리화학적 특성으로 인해 자연생태계를 파괴하기도 하지만 적절한 처리과정을 거치면 유해한 폐기물이 아닌 하나의 대체자원으로써도 활용될 수 있는 경우가 많이 있다. 이와같이 양면적인 성격을 갖는 폐기물 가운데 제강공업에서 발생하고있는 분진(dust)은 이러한 특성을 지니고 있는 대표적인 폐기물 중의 하나이다.

이 아크 제강로 분진(이후 EAF dust라 함)은 공정의 종류와 주입되는 고철의 종류에 따라 다소 차이는 있으나 아연의 경우 20~50wt%를 함유하고 있어 훌륭한 Zn자원이 될수 있을 것이다.

이와같은 이유로 EAF dust로부터 Zn을 회수하려는 많은 연구가 진행되어 왔으며 이중 건식법으로는 WAEZL법, St. Joe법등이 있으나 대규모의 장치와 고에너지가 소모된다는 단점이 있어 최근 습식법에 의한 처리방안이 많은 연구자로부터 관심의 대상이 되고 있으나 아직 체계적인 연구가 거의 이루어지지 않고 있으며 국내의 경우도 이제 공업기반 과제로써 도출되었을 뿐이다.

따라서 본 연구에서는 이러한 연구의 배경하에 EAF dust를 대상으로 습식법에 의한 처리방안을 조사코자 첫단계로써 EAF dust 중 Zn성분의 효율적인 침출 조건과 둘째로 얻어진 Zn 함유용액을 대상으로 Zn과 함께 침출된 불순물을 제거하는 방법 그리고 최종적으로 순수 Zn 이온을 추출하여 고순도 ZnO를 합성하는 방법에 대하여 공정전반에 대한 기초자료를 얻고자 하였다.

### 실험방법

#### 1. EAF dust로부터 유가금속 Zn성분의 침출

EAF dust를 충분히 건조후 분쇄하여 -140mesh를 시료로 하고 이것으로부터 염산화 또는 황산화에 의해 가용성염으로의 전환 가능성을 조사하고 황산에 의한 최적의 침출조건을 구하고자 황산의 농도, 침출온도, pulp density 그리고 침출시간에 대하여 조사하였다.

#### 2. 가수분해 및 Cementation에 의한 철 및 기타 불순물의 제거

차후에 실험한 액막법에서 철은 아연과 추출영역이 비슷하므로 철 및 기타 불순물의 제거에대한 방법의 일환으로 가수분해시에는  $KMnO_4$ 와  $H_2O_2$ 를 사용하여 반응시간과 pH에대한 영향을 조사하였으며 이때 pH조절제로 자체가 알칼리성인 EAF dust를 그대로 사용하였다. 그리고 Zn metal을 이용하여 시간에 따른 cementation 효율에 대하여 조사하였다.

#### 3. 액막법에 의한 Zn성분의 추출

cementation까지의 과정을 거친 시료용액에서 Zn의 농도는  $40g/l$  정도의 고농도이고 추출담체의 농도는 3~5%이므로 원액을 희석한 후 반응시의 pH, 추출담체의 농도, 계면활성제의 농도, 유기상에대한 내부수상의 비, 외부수상에 대한 에멀전의 비,교반속도등에 대하여 조사했다.

#### 4. ZnO powder의 합성

2에서 추출시킨 Zn 함유 emulsion을 석유증발법을 이용하여 액막을 파괴시켜 ZnO precursor를 만들었다. 그리고 이 powder를 하소시켜 ZnO powder를 만들고 이것에 대하여 SEM과 particle size analyser로 입도분석을하고 XRD와 EDX로 성분분석을 행하였다.

### 결과 및 고찰

1. EAF dust는 일반적인 광물에서와는 달리 무기염에 의해서 가용화되는것은 불가능하므로 황산에 의한 최적의 침출조건은 황산의 농도 2M, 침출온도  $40^\circ C$ , pulp density 150~200g/l, 침출시간 10min이었으며, 이 조건하에서 95%이상의 Zn이 침출되었다.

2. 침출여액으로부터 Zn을 제외한 불순물을 제거하기 위하여 가수분해 및 cementation시킨 결과 어떤 산화제로든  $Fe^{2+}$ 는 쉽게  $Fe^{3+}$ 로 산화 되었으며 일단  $Fe^{3+}$ 로 산화된 철이온은 pH 5이상에서 쉽게 침전 제거 되었다. 이때 반응온도

는 40°C 부근이 적절했고, pH조절제로는 NH<sub>4</sub>OH보다는 EAF dust를 사용하는 것이 추가로 Zn을 침출시켜 Zn이온의 농도를 높일 수 있어 유리했다. 그리고 cementation공정에서는 Zn metal에 의하여 Zn이온 보다 환원전위가 높은 금속들이 10시간 이내에 쉽게 반응하여 평형에 도달하였으며 이중 Cu, Cd, Pb, Ni등의 이온들은 대부분 제거시킬 수 있었다.

3. 액막법에 의한 Zn 성분의 추출 공정에서는 침출액 중 Zn이온의 농도가 너무 높아 20배로 희석시킨 용액(Zn:약 2000ppm)을 시료로 사용하였으며, 반응시 외부수용액의 pH는 2.2, D<sub>2</sub>EHPA의 농도는 5%, 계면활성제 span 80의 농도는 3%, 유기상에 대한 내부수상의 액의비(V<sub>i</sub>/V<sub>o</sub>)는 1.0, 외부수상에 대한 에멀전의 비(V<sub>a</sub>/V<sub>wo</sub>)는 0.1, 막 강화제 paraffin oil의 농도는 10% 그리고 촉진제로서 음이온 계면활성제인 초산나트륨의 농도는 0.075M을 넣어 반응시켰고, 교반속도는 400rpm으로 하는것이 효율적이었다.

4. Zn이온을 함유한 에멀전을 180°C의 boiling kerosene에 넣어 액막을 파괴시킨 후 toluene으로 세척하고 160°C에서 건조하여 다시 700°C에서 하소하여 얻은 powder의 평균입경은 약 8 $\mu$ m의 단분산되어 있었으며 XRD 및 EDX분석결과 고순도의 ZnO분말을 얻을 수 있었다.

#### 참 고 문 헌

1. 中鹽 文行, 後藤雅宏 : 石油化學會誌, 33(5), (1990).
2. D.B. Dreisinger, E. Peter, G. Morgan : "The hydrometallurgical treatment of carbon steel electric arc furnace dust by the UBC-chaparral process" (1991).
3. D. Pearson : Recovery of zinc from metallurgical dusts and fumes", In Process and Fundamental Consideration of Hydrometallurgical Systems, by M. C. Kihm (editor), AME-AIME, New York, 153(1981).
4. D. Pearson and J. C. Wilson : UK Pat. Appl. 7905194, 14(1979).
5. D.J. Fruy : "Low-temperature treatment of dust from electric arc furnace", The Institution of Mining and Metallurgy, (1986).
6. N.N. Li : U.S. Pat. 3410794 (1968).
7. 이철태 : 화학공학, 28(5), 507(1990).

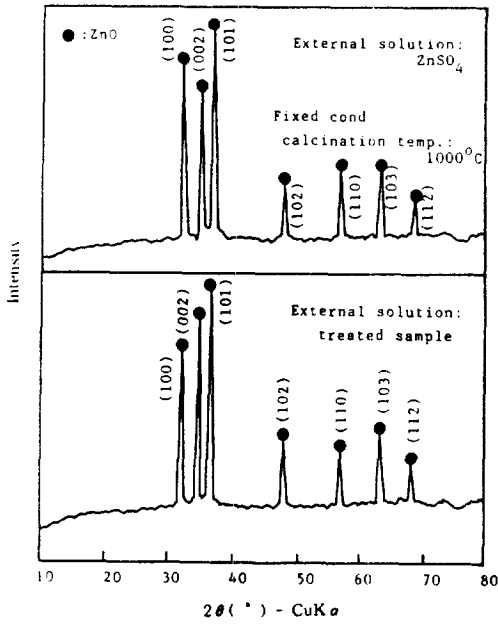
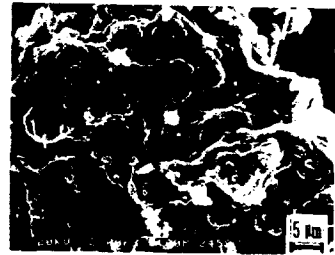


Fig. . X-ray diffraction diagrams for the comparison of the prepared powders from reagent  $ZnSO_4$  and treated sample.



(a)



(b)

Fig. . Scanning electron micrographs of (a) precursor and (b) calcined at  $700^\circ C$ .

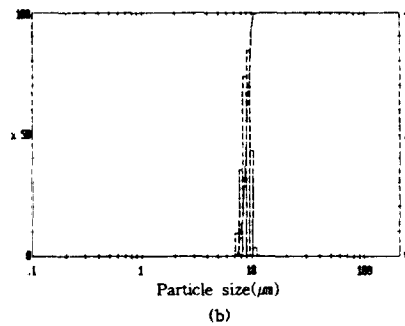
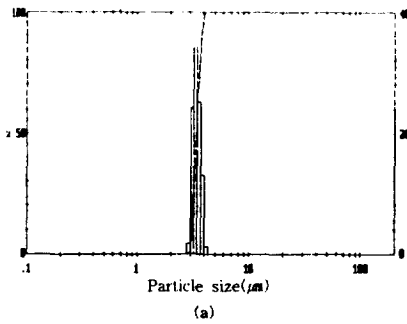


Fig. . Particle size distribution of calcined ZnO powders.  
(a) Calcined at  $700^\circ C$  (b) Calcined at  $1000^\circ C$ .