

폐전지 원료 전처리 공정 연구

김 영혁*, 정 성실, 이 대열, 문 석민, 신 형기
(주)자원리싸이클링연구소 RAPID연구팀

1. 서론

최근 산업의 고도화 및 생활수준의 향상으로 인하여 전자제품의 수요 증가에 따른 각종 전지의 사용량 급증과 함께 폐전지의 발생량도 급증하고 있는 실정이다. 폐전지는 철틀, 아연통, 전해질, 흑연봉등의 금속과 비금속 성분이 혼재되어 있으며 특히, 주성분 중 NH_4Cl , ZnCl_2 , KOH 및 NaOH 등의 강알칼리성분인 전해질이 유출될 경우 수질 및 토양오염등의 2차 환경오염을 일으킬 수 있다. 이에 폐전지를 처리하여 전해액의 제거를 통해 환경오염을 방지하고 유가금속을 회수하는 공정의 개발이 시급한 실정이나 국내에서 현재까지 폐전지의 건식 처리 공정은 거의 없는 실정으로 수은 함유 전지 중 수은의 제거와 산화은 전지로부터 은의 회수 등을 중심으로 한 연구와 습식에 의한 폐전지 처리 연구가 일부 진행 중에 있다. 전지는 구성 특성상 금속과 비금속이 혼합되어 있으므로 Fe, Zn, Mn등의 유가금속을 회수하기 위해서는 물리적 선별공정을 통해 유가금속을 성분별로 분리해야만 한다. 따라서 본 연구는 폐전지 중에 함유된 유가금속의 분리선별을 위한 효과적인 원료전처리 공정 개발을 연구하였다.

2. 실험방법

폐전지 중에 함유된 금속과 비금속의 물리적 분리 기술의 확보를 위해 각 단위공정마다 기초실험과 Scale up 실험을 전지종류별로 각각 실시하였다. 망간전지 40kg, 알카리망간전지 41.5kg에 대해 절단능 분석을 위한 5HP 모사실험장치(Screen Size : 19mm, 16mm)에서의 파쇄 실험을 실시하였다. 또한, 파쇄 부산물을 자성체와 비자성체 그리고 MnO_2 가 함유된 전해질을 건식과 습식에 의한 입도별(+9~-0.25mm) 자력선별 실험을 실시하였으며 풍력선별을 통해 종이류가 제거된 아연과 흑연의 분리 선별 실험도 각각 실시하여 폐전지 중에 함유된 유가금속의 효과적인 단계분리를 위한 실험을 각각 진행하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 전단식 파쇄기 : 파쇄기 용량은 Motor의 용량, Mesh의 면적과 구멍수에 의해 평균 파쇄량이 결정됨. 본 실험에 사용된 Motor는 5Hp, 520rpm으로 파쇄능이 200Kg/Hr으로 나타났으며 이를 기초로 본격적 파쇄를 위해 15HP, 파쇄능이 500Kg-폐전지/Hr인 파쇄기를 설치하였다. Mesh 직경에 따른 분쇄 특성은 구경에 따라 분쇄시간에서 큰 차이를 보여 실험에 사용된 파쇄기 절단공의 크기는 18~19mm 내외가 적당할 것으로 판단되어 분급용 screen 망의 크기를 $\varnothing 18, 20, 22\text{mm}$ 로 각각 설치하여 시운전 한 결과 폐전지의 단계분리가 비교적 잘 이루어졌다. 따라서 폐전지의 구성물을 분리선별하는데 고정칼날 및 회전칼날에 의한 전단식 파쇄기가 효율적임을 알 수 있었다.

3.2 폐전지의 파쇄·선별 실험 : 전지는 Fe, Zn, Mn, Graphite, 플라스틱과 같은 금속,비금

속 물질이 공존하므로 이들의 특성에 맞는 물리적 선별법을 이용할 경우 효과적으로 유가금속을 회수할 수 있다. 따라서 전지별 파쇄 구성물을 건식과 습식법에 따라 입단별로 Sieve 하여 입도분리와 자력선별을 한 결과 망간전지의 경우 건식과 습식 모두 +2mm 입도에서, 전체시료의 60%를 철과 아연으로 존재했으며 자성체 분율은 97wt%로 나타났으며 회수율은 84%를 상회하였다. 알칼리전지의 경우 +2mm 입도에서 습식은 전체시료의 34.4%, 건식은 42.3%가 철로 구성되었으며 자성체 분율은 95.7wt%로 나타났으며 회수율은 98%로 나타났다. 또한, 전해질의 경우 망간 및 알칼리전지 모두 -2mm 입도에서 존재하여 폐전지의 효과적인 단체분리가 잘 이루어짐을 알 수 있었다.

3.3 폐전지 원료전처리 공정 연구(Scale up 공정) : 본 원료전처리 공정은 파쇄기와 MnO₂을 함유한 전해질과 철, 아연등을 분리하는 Vibrating separator, 전해질을 수세하여 알칼리 농도를 조절하는 Filter press, Conveyor belt, Magnetic separator, 종이와 아연류등의 분리를 위한 풍력선별기로 이루어졌다. 특히, 아연과 흑연봉을 형상차이에 의해 분리할 수 있는 경사분리기를 채택해 폐전지 중 유가물의 선별효율을 더욱 증대하도록 구성하였다. Fig.1은 폐전지 처리를 위한 공정을 나타내었으며, Fig.2는 현재 구축된 원료 전처리 공정을 통해 망간전지 1톤 처리 시 Fe, 금속상태의 Zn, 분리전해질 및 흑연봉등이 함유된 기타류등의 회수량을 나타낸 그림이다.

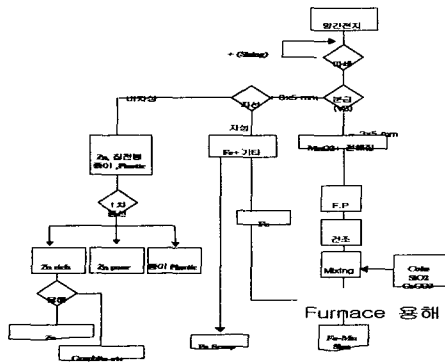


Fig.1 Flow diagram of wastes Mn battery recycling process(RAPID System)

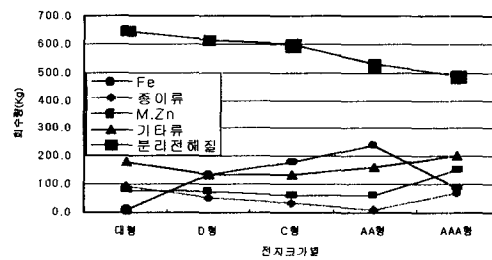


Fig.2 Quantities of valuable materials from wastes Mn battery.

4. 결론

이상과 같은 폐전지 전처리 공정연구를 통해 시간당 500Kg의 폐전지를 처리할 수 있는 전처리 공정을 수립하였으며 자력, 풍력, 비중등을 이용한 물리적선별에 의해 Fe-Mn제조용 MnO₂ 분말과 철Scrap 및 순도 98%이상의 금속아연을 얻을 수 있었다.

<참고문헌>

1. 손정수, 전호석 : "廢망간電池/알칼리망간電池 資源化를 위한 物理的 處理". 한국자원리싸이 크링학회, 43-49 (2001)