

석탄폐석의 산업원료 소재화 특성

현종영*, 정수복, 채영배
한국지질자원연구원 자원활용소재연구부

1. 서론

석탄광의 개발에 따라 석탄폐석이 다량 발생되었으나, 장기간 동안 안정적인 처리가 이루어지지 않아 오늘날 자연환경의 위해요인으로 작용되고 있다. 석탄합리화사업단이 조사·집계한 국내 석탄폐석 관련 자료에 의하면, 1993년도까지 폐광된 석탄광산에서 약 2억톤 정도의 석탄폐석이 발생되어 적치되었고, 2004년도 현재 가행중인 9개소의 석탄광산에도 약 3천 6백만톤 정도의 폐석이 적치되어 있는 것으로 추정되고 있다.

석탄폐석은 발생 형태에 따라 굴진과정에서 배출된 굴진폐석(digging refuse)과 선탄과정에서 배출된 선탄폐석(coal-preparation refuse)으로 구분할 수 있다. 굴진폐석은 석탄층 주변의 지질학적 특성에 따라 폐석의 특성이 광구마다 상이할 수 있으며, 선탄폐석은 채광된 석탄층에 배태되는 암석으로부터 발생하는 것이기 때문에 석탄층의 특성에 따라 다소의 차이가 있을 것으로 생각된다.

따라서 본 연구는 국내에 가행되고 있는 9개소의 석탄광에서 발생된 석탄폐석의 물리화학적 특성을 조사하였고, 석탄폐석을 각종 산업용 원료소재로의 활용 가능성을 조사하기 위하여 세라믹스, 전자재 원료, 토목/건축재료, 주형재료 등으로 적용성 실험을 실시하였다.

2. 시료 및 실험방법

본 연구에서는 현재 가행되고 있는 대한석탄공사 장성광업소(JS), 도계광업소(DG), 화순광업소(HS)와 (주)태백광업의 태백(TB)광업소, (주)홍진의 태맥광업소(TM), (주)성진의 마로광업소(MR), 태안광업(주)의 한보광업소(HB), (주)경동의 상덕광업소(SD), (주)동원의 사북광업소(SB) 등 9개의 광업소에서 발생된 굴진폐석과 선탄폐석을 채취하고, 이들에 대한 화학성분 조성 및 광물학적 특성 등을 조사하였고, 화학성분조성은 XRF (XRF-1700, Shimadzu, Japan), 광물학적 조성은 XRD (Phillips X'pert MPD, Phillips, USA)로 분석하였다.

또한 각 시료에 대하여 jaw crusher와 cone crusher를 이용하여 파쇄한 후 입자 크기별로 분리하여 각 입단별 특성을 조사하였고, 굴진폐석의 경우는 내화재료로의 활용 가능성을 조사하고자 내화도(SK)를 측정하였으며, 선탄폐석의 경우는 세라믹 소결체로 활용할 때에 에너지 저감 효과를 조사하기 위하여 석탄의 공업분석과 열용량 분석도 병행하였다.

또한 세라믹스, 전자재 원료, 토목/건축재료, 주형재료로의 활용 가능성을 조사하기 위하여 품질인증 기관인 한국전자재 시험연구원 및 실제 비금속 원료소재를 사용하고 있는 업체를 중심으로 각각의 적용성 테스트를 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

국내 석탄광 굴진폐석의 주구성 광물은 quartz이고, 미량 광물로는 clinocllore, pyrophyllite, muscovite 및 pyrite, kaolinite가 존재하였다. 파·분쇄한 산물의 입자크기에

다른 성분조성 변화를 조사한 결과, 상덕, 장성, 태백, 한보 및 화순광업소의 경우 파쇄산물의 입자크기별 분리에 의하여 SiO_2 품위 90wt%이상의 실리카 광물의 회수가 가능하였다. 파쇄와 체분리로 SiO_2 90wt%이상의 산물을 용이하게 얻을 수 있었으므로, 이러한 결과는 굴진폐석의 SiO_2 품위 향상을 위한 정밀 분리·선별기술을 사용하는 경우에는 SiO_2 의 품위를 더욱 향상시킬 수 있는 가능성을 나타내었다.

굴진 폐석을 내화재료로서의 활용가능성을 조사한 결과, 도계, 태백 및 화순의 경우 저급 내화물, 사북, 장성 및 한보광업소의 경우는 보통내화재료로의 활용성이 큰 것을 확인할 수 있었다.

국내에 방치된 선탄폐석의 구성광물은 quartz, muscovite, clinocllore, pyrophyllite, kaolinite 등 이었으며, 화학성분 조성과 구성광물이 요업원료로 사용되고 있는 점토광물과 매우 유사한 특성을 나타내었다. 특히 입자크기에 따라 150 cal/g~1,500 cal/g 정도의 열량이 함유되어 있으므로, 각종 소성요업 원료로 이용할 때 소성에너지 저감효과가 기대되었다.

굴진폐석을 파·분쇄하고 입자크기를 분리하여 골재로 적용한 결과, 인조대리석 원료, 주강/주물사, 아스콘 채움재료의 적용실험에서도 물성이 우수하여 사용 가능한 품질 인증을 받았다.

화순광업소에서 배출된 선탄폐석을 세라믹스 원료로 활용한 경우 선탄폐석을 첨가함에 따라 흡수율, Ig-loss 등의 물성은 기존의 점토광물보다 약간 저하됨을 확인할 수 있었으나, 기존에 사용되던 점토광물을 약 60wt.% 정도까지 대체한 경우에도 KS L4201에서 규정한 1종 점토벽돌의 기준을 충족시킬 수 있었다.

이상과 같이 석탄 폐석은 처리기술 및 용도개발 여부에 따라 산업 원료소재로 다양한 분야에서의 활용이 가능할 것으로 판단되었다. 따라서 최근 석탄광산 지역에서 폐석에 의한 환경위해요인의 저감이 시급히 요구되고 있는 바, 적절한 처리방법에 의한 유용광물의 회수 및 산업원료소재로의 재활용이 가장 바람직한 폐석 처리방법으로 판단된다.