

다공성 석고보드 제조를 위한 폐석고의 정제기술 개발

이영호¹⁾, 전호석²⁾, 박운경²⁾, 백상호²⁾, 황연¹⁾

1) 서울산업대학교, 2) 한국지질자원연구원

1. 서 론

석고는 크게 자연상의 천연석고와 산업현장에서 부산물로 생산되어지는 화학석고로 나누어지며, 천연상태의 석고는 황산칼슘이 주를 이루는 이수석고와 무수석고로 생성되어진다. 석고는 내화성, 경량성, 단열성 및 경제성 등의 우수한 특성을 고루 갖고 있는 고유의 특성 때문에 석고플라스터, 벽돌, 석고보드 등의 건축부문에 널리 사용되어지고 있다. 우리나라에서는 60년 말부터 화학비료공장이 가동되면서 이들 인산공장의 공정중에 화학석고 즉, 인산부산석고가 산업폐기물로 생산되어지면서 이를 이용한 석고산업이 본격적으로 이루어졌다.

인산부산석고의 생성은 국내 시멘트제조용의 원료로 쓰이는 천연석고를 수입에만 의존하던 상황에서 수입의 대체효과를 가져왔고, 기타산업에도 큰 영향을 끼쳤다. 그러나 폐석고는 경제의 성장으로 산업의 규모가 대량생산, 대량소비형태로 바뀌면서 매년 10%이상의 폐기물 인산석고가 발생되고 인산석고는 강한 산성을 띠고 있고, 중금속들을 함유하고 있어서 큰 환경문제가 되고 있는 실정이다. 국내의 인산부산석고는 과거에는 금강, 벽산 등의 석고보드를 제조하는 회사에서 일부를 사용하였으나, 최근에는 화력발전소에서 나오는 탈황석고가 순도가 높고 불순물의 함유량이 낮아 이것을 많이 이용함에 따라 인산부산석고의 사용량이 급격히 감소하여 대부분 재활용이 이루어지지 않고 있다.

본 연구에서는 폐석고의 불순물 즉, 중금속 및 유해오염원의 함유량이 석고중에 어떠한 형태로 존재되어 있고, 제거 가능한 처리기술의 적용이 경제적이고 효율적으로 이루어질 수 있는지에 대한 특성 연구를 수행하여 대량 소비할 수 있는 정제 석고를 개발하고자 하였다. 그래서 석고자원이 없는 우리나라에서 이러한 석고자원을 최대한 활용하여 수입에 의존하고 있는 천연석고를 대체하고, 폐석고에 의한 환경오염방지 및 자원의 재활용을 하고자 본 연구를 수행하였다.

2. 시료 및 실험방법

본 연구에서 사용된 시료는 전남 여수시 (주) 남해화학에서 채취한 것으로, 시료의 중금속 및 성분조성과 입도분포 특성은 Table 1 과 Table 2와 같다. 시료의 입도분석은 원 시료를 물에 충분히 wetting 한 다음 기계적으로 해쇄한 후 tyler standard sieve를 사용하여 습식 체가름 실험에 의해 수행하였다. 시료에 대한 성분분석 결과 CaO와 SO₃의 함량이 31.42%와 43.39%로 75%를 이루고 있으며, 제거 대상인 중금속은 Pb와 Cu가 각각 5.57ppm과 5.21 ppm 그리고 Cr과 Zn이 각각 4.58ppm과 4.42ppm으로 그리 크게 높지 않음을 알 수 있다.

Table 1. Chemical analysis of waste phosphogypsum from Namhea Chemical Company

Pb (ppm)	Cu (ppm)	Cd (ppm)	Cr (ppm)	Zn (ppm)	P (Wt%)	CaO (Wt%)	SO ₃ (Wt%)
5.57	5.21	1.00	4.58	4.42	0.15	31.42	43.39

Table 2. Size distribution of the chemical analysis form phosphogypsum sample

Comp. Size (mesh)	Wt. (Wt.%)	Pb (ppm)	Cu (ppm)	Cd (ppm)	Cr (ppm)	Zn (ppm)	P (ppm)	CaO (Wt.%)	SO ₃ (Wt.%)
28/35	0.11	6.40	8.5	1.00	8.00	12.00	0.22	32.67	45.12
35/48	3.66	5.00	3.3	1.00	7.50	3.40	0.09	32.68	45.13
48/65	13.23	5.00	2.2	1.00	5.80	2.10	0.07	32.94	45.49
65/100	31.07	5.00	1.6	1.00	2.50	3.10	0.07	32.40	44.74
100/150	15.16	5.00	6.5	1.00	3.50	4.10	0.03	32.82	45.32
150/200	12.47	5.00	6.7	1.00	3.30	4.60	0.06	32.42	44.77
200/325	12.58	5.00	7.5	1.00	3.90	4.40	0.07	32.16	44.41
-325	11.72	6.57	9.3	1.00	6.43	6.90	0.34	28.87	39.87
Total	100.00	5.57	5.21	1.00	4.58	4.42	0.15	31.42	43.39

Table 2에 나타난 입도분석 결과를 분석해보면 입도별 중량비는 65/100mesh의 입도가 31.07%로 가장 높고, 이보다 입도가 커지거나 작아지면 입도별 중량비가 감소되는 것을 알 수 있다. 그리고 입도크기에 따른 중금속 분포특성을 관찰해보면, 가장 큰 35mesh 이상의 입도와 가장 작은 325mesh 이하의 입도에서 높게 나타나는 것을 알 수 있어, 이들 입도를 제거하면 중금속 제거가 가능함을 알 수 있다.

입도분석 결과에서 알 수 있듯이 미립자와 굵은 입자를 제거하면 일부 중금속 불순물들을 제거할 수 있어, 본 연구에서는 먼저 sieve를 이용하여 65mesh보다 큰 입자를 제거한 후 미립자에 존재하는 불순물을 제거하였다. 즉, 습식 해쇄 후 65mesh보다 큰 입자를 제거하고, 2,000ml 메스플라스크에 시료를 넣은 다음 물을 2,000ml까지 채웠다. 그리고 일정 시간동안 침강시킨 후에 가라앉지 않은 산물을 제거하여 미립자를 분리하였다. 동일한 방법으로 한번 더 실험을 하여 4종류의 산물을 얻었으며, 이에 대한 결과는 Fig. 1과 같다. 실험결과를 분석해 보면 중금속 Cu는 65mesh로 체질을 함으로 많이 제거된 것을 알 수 있으며, 최종 정광산물에는 Cu, Cr, Pb, Zn 모든 중금속 성분이 크게 감소된 것을 알 수 있다.

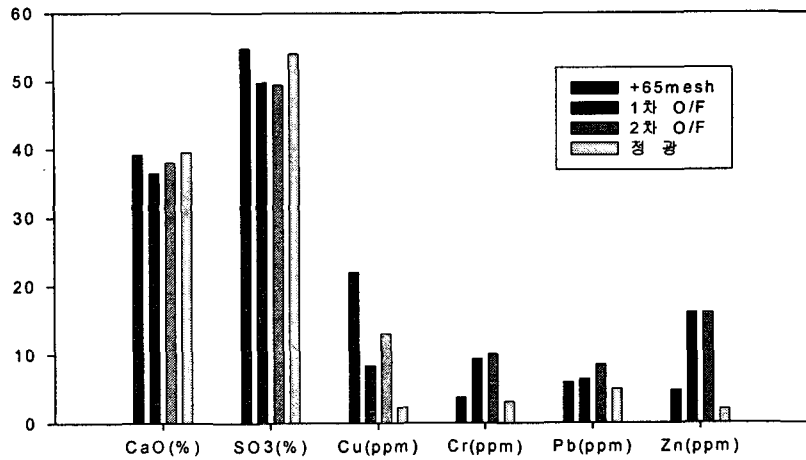


Fig. 1 Chemical compositions on various products recovered by precipitation process after scrubbing.

3. 결론

(주) 남해화학에서 채취한 폐석고 시료에 대한 성분분석 및 입도분석 실험결과, 재활용에 문제가 되는 중금속의 경우 상당량이 굵은 입도와 미립자에 분포되어 있어, 이를 제거하기 위해 굵은 입자는 65mesh 체를 이용하여 제거하고 미립자는 해쇄 후 침강법을 이용하여 처리하는 공정을 선택하였다. 실험결과 중금속 Cu는 65mesh로 체질하는 과정에서 많이 제거가 되었으며, Cr과 Pb 그리고 Zn은 체질과 침강실험에서 고르게 제거되어, Cu와 Zn의 함량은 각각 2.1ppm과 1.5ppm 그리고 Cr과 Pb는 각각 3.1ppm과 5.0ppm인 비교적 순수한 정광 산물을 얻을 수 있었다.

참고문헌

1. 최한석, 김광열 “부생 인산석고에 관한 연구” 고려대학교 생산기술연구소 연구보고 1976 8권 1호 p11-23
2. 김동수 등, 폐석고중 중금속 및 유해오염원 안정화 처리기술 연구, 한국폐기물학회 추계학술연구회발표논문집, 2003rnjs pp405-408