

부유선광법에 의한 룡철광처리

김문철, 조광원, 송창진

지금까지 세계적으로 룡철광에 대한 처리는 자화배소자력선광법으로 진행하는것으로 알려져있다. [1, 2, 4]

자화배소자력선광법에 의한 룡철광처리는 배소과정에 많은 에너지를 소비하고 환경오염물질을 배출하며 복잡한 공정설비들을 필요로 하지만 부선법은 배소공정이 없으므로 많은 에너지를 절약하고 환경을 보호할수 있으며 공정이 단순하고 룡철광부선산물을 리용하는 등 경제적으로 매우 실리적이다.

우리는 룡철광처리에서 에너gies 소비를 줄이면서도 그것의 새로운 리용분야를 개척하기 위하여 부유선광법에 의한 룡철광처리가능성을 검토하였다.

실 험 방 법

룡철광광체(원광)로는 룡철광과 석영함량이 각각 59.88, 30.66%인 7 곳지구의것을 리용하였다.

먼저 불밀분쇄기에서 2kg의 광석을 분쇄하여 표준규격채로 200 μm 이하의 분체를 얻었다. 다음 그것의 일부를 취하여 70 μm 이하의 분체류분을 준비하였다.

부선실험은 200g/L의 광액을 1L 실험용부선기에 넣고 일정한 시간 교반해주면서(교반속도 1 170r/min) 먼저 선정한 포집제(모노글리세리드아민)를 일정한 량 넣은 다음 1~2min 지나서 농도가 0.04%정도 되게 기포제(잔세이트)를 넣고 공기변을 열었다. 다음 일정한 시간 지나서 거품을 부선기로부터 걸어냈다. 얻어낸 부선산물과 잔사를 각각 려과, 건조하여 전자저울(《AEG-120》)로 질량을 달고 립도분석과 룡철광 및 석영함량을 결정하였다. 룡철광함량분석은 X선회절분석기(《Rigaku SmartLab》)로, 립도분석은 립도분석기(《MCC-AP》)에서 진행하였다.[3]

실험결과 및 고찰

부유선광에서 중요한 문제의 하나는 광액제에서의 광석립자들의 크기이며 립자들의 크기에 따라 정광의 산출률과 품위가 크게 달라지게 된다.

룡철광광체의 립자가 작을수록 룡철광이 단체상으로 분리되며 룡철광의 함량이 높아진다.[1] 이로부터 룡철광정광품위를 높일수 있는 룡철광광체의 립도범위를 확증하기 위하여 규격채로 각이한 크기의 분체들을 얻고 그것들에 대한 룡철광함량분석을 진행하였다.(그림 1)

그림 1에서 보느바와 같이 분쇄한 광석의 립도

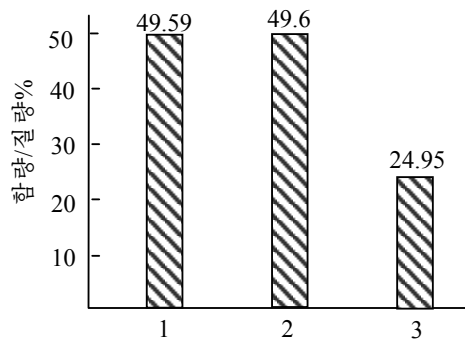


그림 1. 립도에 따르는 룡철광함량변화
1-50 μm 이하, 2-50~71.4 μm , 3-71.4 μm 이상

에 따라 룡철광함량이 달라지는데 $70\mu\text{m}$ 이하의 립도류분에서의 룡철광함량은 약 50질량%로서 원광속의 룡철광함량(59.88질량%)의 약 83질량%가 여기에 들어있는것으로 되며 $70\mu\text{m}$ 이상의 립도류분에서는 룡철광함량(약 25질량%)이 크게 감소된다.

이것은 광석분쇄물속에서 룡철광부선의 품위를 규정하는 기본립도령역이 $70\mu\text{m}$ 이하이며 이 립도의 분체함량이 많을수록 부선실수률을 높일수 있다는것을 보여준다.

다음으로 정광의 품위와 실수률을 높이는데서 중요한 인자의 하나로서 부선시간에 대하여 고찰하였다. 선정한 립도류분을 채로 선별한 다음 다른 부선조건은 일정하게 하고 부선시간만을 변화시키면서 부선산물을 채취하여 그것들의 품위를 결정하였다.(그림 2)

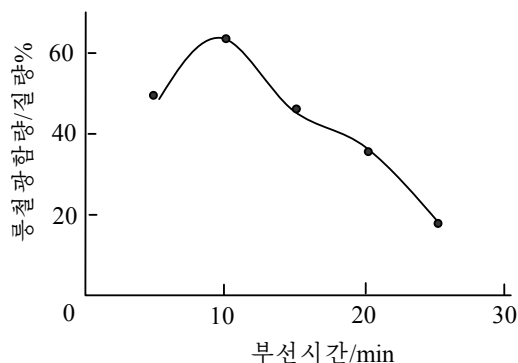


그림 2. 부선시간에 따르는 룡철광함량변화

그림 2에서 보는바와 같이 부선시간에 따라 정광의 품위가 달라지는데 부선시간이 10min일 때 최대품위에 도달하였으며 그 이상 부선시간을 길게 할 때에는 정광품위가 급격히 감소하는 경향성이 나타났다. 부선시간이 5min일 때 10min일 때보다 품위가 떨어지는것은 포집제와 광액립자들사이의 호상작용 즉 단체 룡철광립자들과의 계면화화적인 흡착호상작용시간이 충분히 보장되지 못하여 룡철광립자와 맥석립자들과의 분리효과가 떨어지고 광액립자들의 중력에 의한 부력효과가 보다 우세하게 작용하기때문이라고 볼수 있다. 그것은 부선시

간 5min일 때(정광량 23g, 맥석인 석영함량이 38.19질량%로서 부선시간 10min일 때(정광량 13.17g, 석영함량 24.1질량%)보다 약 1.6배 높아진것을 보고 알수 있다. 한편 정광에 대한 조성분석자료에 의하면 부선시간을 10min이상으로 할 때 정광산출률이 떨어지면서 그속에서 석영의 함량이 점차 많아지는것으로 나타났다.(10, 15, 20, 25min일 때 석영함량은 각각 24, 49, 59, 79질량%) 이것은 부선시간 10min사이에 포집제와 단체 룡철광립자들과의 호상작용이 충분히 진행되고 이 시간내에 광액속의 룡철광립자들이 기본적으로 부선되며 그 이상부터는 맥석인 석영이 부선에서 기본을 이룬다는것을 보여준다. 따라서 부선시간을 10min으로 정하는것이 합리적이라고 볼수 있다.

부선에서는 광석종에 따르는 포집제와 기포제, 억제제의 종류, 그것들의 광액에서의 농도선정문제가 중요하게 제기된다.

여기서는 기포제의 종류와 농도, 다른 부선조건들이 일정한 조건에서 선정한 포집제의 최적처리농도를 찾고 부유선광법에 의한 룡철광처리의 가능성을 평가하였다. 포집제의 처리농도를 1.0~0.01%에서 변화시키면서 부선시간 10min일 때의 부선산물들을 얻어 정광과 미광의 량, 그것들의 품위를 결정한 결과는 표와 같다.

표. 포집제의 처리농도에 따르는 정광 및 미광량과 품위

처리 농도/%	정광 및 미광량/g		품위/%	
	정광	미광	정광	미광
1.0	65.05	34.95	63.27	28.30
0.1	86.79	13.21	56.42	37.16
0.05	99.74	0.260	59.81	24.54
0.01	82.11	17.89	16.51	17.53

표에서 보는바와 같이 포집제의 농도에 따라 정광의 량과 그 품위가 달라지는데 포집제농도가 높을수록 정광량은 적어지고 품위가 높아지는 경향성이 나타났다. 포집제의 농도가 0.05%일 때 정광량이 제일 많으며 정광품위는 59.81%이다. 부선에서는 산출률과 함께 품위도 높아야 실수률을 높일수 있다. 표의 자료에 기초하여 포집제의 처리농도에 따르는 산출률과 실수률을 계산한 결과는 그림 3과 같다.

그림 3에서 보는바와 같이 포집제의 농도가 지나치게 짙거나 묽으면 산출률과 실수률이 떨어진다.(포집제농도 0.01, 0.1% 일 때 산출률은 각각 86.8, 82.1%, 실수률은 81.8, 61.9%) 여기서 산출률과 실수률이 다 같이 높은 때의 포집제처리농도는 0.05%일 때이다.(산출률 99.7%, 실수률 99.6%)

포집제처리농도가 지나치게 짙어질 때 실수률이 떨어지는것은 넣어준 계면활성제분자들이 개별적인 계면활성이온으로 존재하지 못하고 회합된 상태의 미셀을 형성하면서 주어진 광액농도에서 정광립자들과의 흡착호상작용에 전부 참가하지 못하는것과 관련된다고 볼수 있다.

또한 이때 맥석립자들과의 호상작용에 참가하는 계면활성제의 몫이 많아지면서 정광과 맥석의 분리효과가 떨어져 정광품위를 낮추기 때문이라고 볼수 있다. 한편 포집제의 농도가 지나치게 묽어지면 주어진 광액농도에서 정광립자들에 대한 불포화흡착이 일어나면서 기포와의 호상작용이 약해져 산출률이 감소되기때문이라고 볼수 있다. 따라서 실험조건에서 단체 룡철광립자들의 겉면에 대한 포화흡착을 실현하고 석영립자들과의 분리효과, 기포와의 호상작용힘을 높여 산출률과 품위, 실수률을 동시에 높일수 있는 포집제의 처리농도는 0.05%정도라고 볼수 있다.

우에서 진행한 부선법에 의한 룡철광선광자료를 보면 억제제가 없는 조건에서도 포집제의 처리농도(광액농도 200g/L, 광석립도 70 μ m이하)를 0.05%로 하였을 때 정광품위는 59.8%, 산출률은 99.7%, 실수률은 99.6%로서 룡철광선광을 충분히 실현할수 있다.

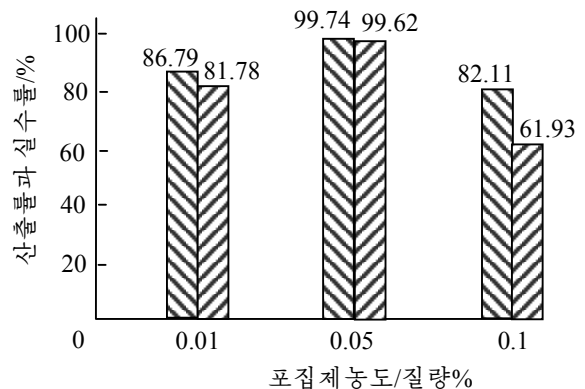


그림 3. 포집제의 농도에 따르는 산출률과 실수률
 □ — 산출률, ▨ — 실수률

맺 는 말

적당한 포집제를 리용하여 부유선광법으로 룡철광처리를 실현할수 있다는것을 확증하였다. 룡철광정광의 품위를 높일수 있는 광석립도는 70 μ m이하이며 최적부선시간은 10min, 산출률과 실수률을 90%이상 높일수 있는 포집제의 농도는 0.05%라는것을 밝혔다.

참 고 문 헌

- [1] 로태연 등; 흑색광업통보, 2, 4, 주체105(2016).
- [2] 송정성 등; 흑색광업통보, 1, 4, 주체105(2016).
- [3] 원정국 등; 분석, 4, 23, 주체98(2009).
- [4] Zhu Deking et al.; Metal Mine, 5, 79, 2015.

On the Siderite Processing by Floatation Method

Kim Mun Chol, Jo Kwang Won and Song Chang Jin

We found that the processing of siderite was possible by floatation method.

The natality and the yield are more than 90% under the conditions that the particle size of siderite is below $70\mu\text{m}$, the floatation time is 10min and the concentration of collecting agent is 0.05%.

Keywords: siderite, floatation, natality