기술정보

비금속 광물의 품위향상 기술

조 성 백 · 김 상 배 · 조 건 준
한국지질자원연구원 자원활용소재연구부

비금속 광물들은 모두 가공과정을 거쳐 중간 제품으로서의 분체로 이용되거나 분체 자체가 최종제품의 형태로 세라믹스, 산업용 충전재 등으로 이용되고 있는 것이 대부분이다.

산업이 발달함에 따라 제품의 종류 및 용도가 다양해지고, 규모가 커짐에 따라 그 기반에 되는 원료소재의 수요가 증가하고 있을 뿐 아니라 종류도 다양해지고 있다.

그러나 원료의 다양성으로 인하여 현재 사용중인 광물 원료소재에 대하여 그 사용처 뿐 아니라 용도별 수요량에 대한 구체적인 데이터 확보가 용이하지 않다. 그러나 광물자원이 우리 산업에 미치는 영향은 실로 막대하다고 판단된다.

일반적으로 우리가 주변에서 쉽게 접할 수 있는 이용분야를 살펴보면, 요업, 시멘트, 유리, 철강, 내화물, 제지, 페인트, 플라스틱, 화장품, 고무, 농약, 의약, 식품, 석유 화학공업, 반도체 산업 등 실로 그 이용범위는 광범위함을 알 수 있다.

그러나 다양하게 사용되는 광물자원은 불행하게도 천연에서 산출되는 상태로 이용이 가능한 자원은 소량으로 대부분이 최종 제품의 규격에 맞게 선별, 가공 등 처리과정을 거쳐야 사용이 가능한 문제점을 안고 있다. 따라서 국내외적으로 자원산업과 관련된 업무에 종사하는 기술자들은 산업원료로서 사용이 가능한 품질의 제품을 얻기 위하여 부단한 노력을 경주하고 있다. 일환으로 비금속 광물자원으로부터 세라믹스, 산업용 충전재 등의 원료물질을 제조하기 위하여 국내외 광물 자원의 효율적 활용을 위하여 광석의 물리, 화학적 선별, 미립화, 고순도화, 표면개질, 기능성 부여, 복합체 제조, 미립자의 응집방지 및 평가 분석기술 등에 대한 요구가 증대되었다.

자원산업에서의 대표적인 처리기술이라 함은 수요자의 요구에 합당한 품위를 유지하는 품위향상 기술과 적당한 크기로 입도를 조절하는 파, 분쇄 기술이 주를 이루고 있다. 본 보에서는 습식정제기술을 중심으로 한 비금속 광물자원의 품위향상 기술의 종류 및 현황 등에 대해 간단히 소개하고자 한다.

선별 기술

정의

비금속 광물자원의 대부분은 대부분 지각 속에 암석 상태의 광상으로 부존하며, 이것을 채굴하여 수요시장에 공급하게 되는데 이 공급광

석의 품질이 그대로 다 수요자의 요구를 만족시킬 수는 없는 일이다. 오늘날 채굴되고 있는 광석의 대부분은 특수한 예를 제외하고는 선별처리 과정을 거쳐서 수요자에게 공급되고 있다. 즉, 채굴된 광석을 물리적, 화학적으로, 혹은 습식 화학적으로 불필요한 무용광물(non-useful minerals)들을 가급적 제거하고, 목적하는 유용광물(useful mineral)을 많이 농축 회수해서 시장에 공급하게 되는 것이다.

이 작업내용을 광물처리 혹은 선광(mineral processing, mineral dressing, ore dressing)이라 한다. 그리고 부분적으로는 선별(concentration, separation)이라는 이름으로도 쓰인다.

선별의 목적

- 유용광물의 품위 향상

요즈음 발견되는 광상은 대개가 직접 사용하지 못 할 저품위광이다. 이들을 채굴하여 제련소나 수요자에게 보내기 위해서는 선별처리에 의한 품위의 향상이 절대적으로 필요하다.

만일 기술적으로 선별처리가 불가능하게 되면 광산개발 자체가 불가능하게 되는 일까지 발생하게 된다.

또한 원광상태로 사용가능하다 할지라도 값싼 방법으로 선별하여 품위를 향상시켜 주는 일은 기술적인 면은 물론이고 경제적인 면에서도 상당한 부가가치를 향상시키는 결과를 가져오게 된다.

- 특수한 광물 상호간의 분리

제련소에서 어느 한 특수한 금속의 추출을 목적으로 제련 할 때에는 다른 어느 금속이 상당량 들어 있어도 주 금속의 제련작업 중에 희생되어 손실되어 버릴 수 있다. 그러므로 이를 사전에 나누어 희생되는 금속을 사용 가능케 하는 것이다.

- 운반비 절감

한국의 광산들은 대부분이 교통이 불편한 산간벽지에 위치하므로 수요자와 먼 거리에 위치하게 되며, 광석의 운반비는 광석 생산 원가에 상당한 영향을 미치게 된다. 따라서 원광석 중에 함유된 불순광물을 사전에 제거하여 수요자에게 필요한 광석만을 운반함으로써 불필요한 운반비를 절감하게 된다.

선별공정의 용어

1) 원광(原鑛, Raw ore)

선별공장의 첫머리에 공급되어서 처리를 비로소 받기 시작하는 원료가 되는 광석을 지칭한다.

2) 급광(給鑛, Feed ore)

선별장에는 수많은 기계와 장치들이 계통적으로 나열되어 있어서, 광석은 이들을 거쳐 나오는 동안에 여러 가지 처리를 받는다.

이 기계와 장치들에 공급되는 광석을 급광이라 부르고, 배출되는 광석을 배광(排鑛, Discharge ore)이라 한다.

3) 정광(精鑛, Concentrate)

선별작업의 중간 혹은 마지막에 유용광물이 많이 농축된 부분을 정광이라 하며, 반대로 무용광물이 많이 농축된 부분을 광미(鑛尾, Tailing)라 한다.

4) 중광(中鑛, Middling)

선별기의 산물이 품위 높은 부분으로부터 낮은 부분에 이르기 까지 연속적으로 배출되는 경우에는 정광에도 광미에도 넣기 어려운 부분을 따로 분리 할 수 있다.

이러한 부분을 중광이라 하지만 실제 조업현장에서는 정광과 광미로 분리하는 경우가 대부분이다.

5) 광액(鑛液, Pulp)

광석을 모래와 가루로 빻는 단계에서부터 선별을 거치는 동안에 특수한 경우를 제외하고 일반적으로 물을 사용하는 습식공정을 채택하는데, 이같이 모래와 가루가 물속에 들어 있어 유동성의 흙물을 이루고 있는 상태를 칭함. 광액의 농도를 표시하는 방법은 여러 가지가 있겠으나 광액 속에 들어 있는 광석 고형물의 중량 백분율로 나타내는 방법이 일반적이다.

6) 실수율(實收率, Recovery)

선별과정을 거쳐 정광과 광미로 분류된 산물 중 급광속에 들어 있는 유용성분 중 정광 속에 함유되어 있는 백분율로 선별성적을 평가하는데 기준이 되는 자료가 됨.

실수율을 R이라 하면 실수율의 계산은

$$R = C \cdot c / F \cdot f * 100 \text{ or}$$
$$R = c(f-t)/f(c-t)*100$$

여기서 F: 급광의 무게, f: 급광의 품위, C: 정광의 무게 c: 정광의 품위 T: 광미의 무게 t: 광미의 품위이다.

7) 단체분리(單體分離, Liberation)

광물자원의 선별처리는 무용광물로부터 유용광물을 선별하는 광물 상호간의 분리작업이기 때문에 광석 속에 들어 있는 유용광물과 무용광물과를 쪼개서 별도의 입자로 나누어 놓아야 한다. 이러한 작업을 단체분리라 부르고, 광물선별의 필수조건이 되는 것이다.

단체분리가 완전히 된 입자를 분리입자(Free particle), 그렇지 못한 입자를 미 분리 입자(Locked particle)라 부른다.

광석속의 유용광물은 덩어리 상태로 들어 있는 경우도 있지만 대부분이 잘은 입자상태로 들어 있기 때문에 이것을 단체로 분리하기 위하여 광석을 단계적으로 파쇄도 하고 분쇄도 하여야 하는데 대개는 무차별하게 깨어지기 때문에 광물의 단체분리는 상당히 어려운 공정으로 알려져 있다.

8) 분립(分粒, Sizing)

분립이란 과분쇄 방지를 위하여 파, 분쇄 공장 안의 여러 부분에서 굵은 입자와 가는 입자를 분리하는 조작으로, 분립에는 체를 사용하는 체질과 입자의 비중, 크기, 형상 등을 이용하는 분급으로 분류 가능하다.

분립은 체 구멍보다 가는 입자만이 체 구멍을 통과하게 되므로 최대 입도조절이 정확하다는 장점이 있다.

그러나 미립자를 분립하는데 한계가 뚜렷하여 가는 입자의 분립이 곤란하고, 대량처리가 곤란하다는 단점이 있다. 이에 반하여 분급은 대량처리가 가능하지만 정확한 입도분리가 곤란하다는 단점이 있다.

9) 수 선(手選)

광석의 색, 광택, 때로는 모양 등을 육안으로 식별하여 손으로 특광이나 폐석을 골라내는 일이 수선(수선, hand picking, hand sorting)이다.

아직까지는 사람만이 눈으로 보고 머리로 판단해서 손으로 골라낼 수 있는 일로서 원시적인 방법이기는 하지만 광석조건이 적합하고 임금이 값싼 지방에서는 국부적으로 실시하여 효과를 거두기도 한다.

8) 세척(洗滌)

고품위의 원광에 흙이 묻어 있을 때는 물로 닦아냄으로써 품위를 상당히 올릴 수 있는 것으로서 이러한 방법을 세척 혹은 세광(洗鑛, cleaning)이라 한다.

습식 정제 기술

습식 정제기술은 침강법을 이용한 수비, 자력선별, 부유선별 등의 물리적인 처리법을 비롯하여 화학처리법, 미생물 처리법 그리고 이들을 병용하는 정제기술 등이 알려져 있다.

습식 정제기술의 장점은 선별효율이 우수하며, 후처리 공정이 복잡하고 용수 문제가 해결되어야 한다는 단점을 내포하고 있다.

1) 수비

이 방법은 점토의 미세 입자를 각 입자별로 분급하는 방법으로서 입자의 비중 차를 이용하여 물을 매체로 분급하는 방법이다.

수류를 이용하여 분리하는 수비조작은 특히 점토로부터 불순물을 제거하거나 입도를 분리하는 이외에 가용성 염류의 제거도 이 조작에 포함되므로 실제로는 가장 중요한 분리정제 조작이라 할 수 있다.

침강의 기본은 중력가속도 하에서 액체 또는 기체 속을 고체가 이동하는 운동을 지배하는 법칙인데, 이중 특히 유명한 것이 1850년에 발표된 Stock 's의 법칙이다.

$$V = \frac{gd^2(\delta_s - \delta)}{18\eta}$$

이 식에서 V는 입자의 이동속도, δ_s 는 입자의 밀도, δ는 액체의 밀도, g는 중력가속도, d는 입자의 직경을 나타내고 있다.

정수(靜水)중에서 입자를 침강시켜 분리할 경우에는 Stock 's 법칙으로 계산하여 분리조건을 구하게 되나, 반대로 물을 흘려가면서 분리할 경우에는 점토입자가 일반적으로 편평하기 때문에 운동이 일정하게 되지 않으므로 다음과 같은 Rittinger의 식을 사용한다.

$$V = C\sqrt{gd^2(\delta_s - \delta)}$$

이 식에서 V는 유체의 속도(mm/sec), δ_s 는 입자의 밀도, δ는 액체의 밀도, d_K는 입자가 운반되는 최대 입경 및 C는 각각 상수(constant)를 나타내고 있다.

수비를 공업적으로 이용하는 경우는 원광을 물과 혼합하여 팽윤시켜 분산시킨 후, 조립자(粗粒子)를 체질 혹은 기타의 방법으로 제거하고, 사하산물을 침강조에 넣고 일정시간이 지난 후 미립과 조립으로 분리 후, 미립은 침강제를 첨가하여 침전시켜 filter press와 같은 방법으로 고-액 분리를 하는 것이다.

2) 습식 싸이클론

습식싸이클론은 수비 및 농축을 위하여 사용되며 원심력을 이용하는 장치로서 설비비가 저렴하고, 구조가 간단하여 고장이 적고, 좁은 면적에서도 설치 가능한 이점을 가지고 있다. 그러나 싸이클론 내의 유체 및 입자의 흐름이 복잡하며 입자 상호의 영향이 크고 또한 싸이클론 하부의 유동이 고체분리에 상당한 영향을 미치므로, 미립자의 분급에는 아직 난점이 있다.

또한 재료면에서 노즐은 현저하게 마모율이 높으므로 이에 대한 처리가 문제가 된다. 분리할 입자가 미세할수록 싸이클론이 직경을 작게 하여야 하므로 소형 싸이클론을 여러 개 병렬로 설치하고, 도입관, 배수관, 입자 취출구를 공동으로 한 멀티 싸이클론이 사용된다.

3) 자력선별

자력선별은 광물의 서로 다른 자성차이를 이용하여 분리하는 선별법으로, 자성을 띠는 무용광물이나 유용광물을 비자성 광물로부터 분리하는데 적용된다.

두 개의 자극을 가까이 놓았을 때에 그 사이에 작용하는 인력 혹은 척력은 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$F = \frac{1 \cdot m_1 \cdot m_2}{u \quad r_2}$$

〔 u : 매질의 투자율, m1, m2 : 양극의 세기, r : 양극 사이의 거리 〕

오늘날 자력 선별기로 사용되고 있는 자석은 특수한 경우를 제외하고는 직류 전자석(electro-magnet)이다.

전자석이 영구자석보다 강력하고 자력의 조절이 쉽다는 장점을 가지고 있으나 금속소재의 발달로 강력한 자력밀도를 갖는 희토류 영구자석도 개발되어 사용되고 있다. 전자석은 철심(iron core)에 전선을 감고(solenoid), 전류를 통함으로써 철심을 자화시키는 것인데, 이때 자계의 세기는 다음 식으로 나타낸다.

$$H = \frac{0.4\pi wi}{l}$$

〔 H : 자계의 세기(gauss), w : 솔레노이드 감은수, i : 전류 (amp.), l : 솔레노이드 길이 (㎝) 〕

상자성 물질이 자석에 끌리는 것은 그것이 자계안에서 자화하여 하나의 자석이 되어 두 자석이 서로 끄는 것으로 해석되고 있다.

자계의 세기 H1되는 점에 투자율 u인 상자성 광물입자를 놓았을 때 감응에 의하여 광물입자에 생기는 자계의 세기 B는 다음 식으로 나타낸다.

$$B = uH_1$$

그러므로 서로 끄는 힘은 자석의 세기와 투자율과의 함수가 되고 또 물론 양자의 거리 및 중간 매질의 투자율과도 관계된다. 위 식에서 u는 상자성 광물에서는 대개 일정하나 강자성 물질의 경우에는 복잡하게 변한다. 이러한 자력선별은 단일 자극을 쓰는 경우도 있고 2개의 자극 사이에서 실시되는 일도 있다.

그중 2개의 자극이 만드는 자계 안에 들어 있는 광물입자가 자극에 끌리는 힘은 아래의 식에 의하여 결국 어느 한 극으로 결정된다. 즉 중력 기타의 외력을 무시한다면 보다 더 가까운 쪽의 극, 즉 F를 양수로 만드는 r1 쪽으로 끌려 갈 것이다.

$$F = Mm \left(\frac{1}{r_1^2} - \frac{1}{r_2^2} \right)$$

〔 F : 인력, M : 자석의 극의 세기, m : 감응에 의하여 광물입자에 생기는 자극의 세기, r1, r2 : 자석의 양극으로부터 광물입자 까지 각 거리 〕

이리하여 인력은 자석의 극의 세기, 감응에 의하여 광물입자에 생긴 자극의 세기, 양극으로부터 광물입자 까지 거리에 의하여 결정된다.

자력선별의 효율을 결정하는 가장 중요한 인자는 자극의 세기로서 초전도체 자력선별기의 경우 40,000 gauss 까지 자극의 세기를 향상시켜 약자성체까지도 자력선별로서 제거가 가능하며, 자극의 세기 향상을 위한 연구는 계속되어 앞으로 자력선별에 적용 가능한 범위는 확대될 것으로 판단된다.

본 연구에서는 갈철석을 포함한 산화철 계통의 불순광물을 제거하고자 하였다. 함철 불순광물로는 갈철석 등 산화철은 물론이고, 일부 백운모 등에도 철분이 치환되어 자력선별에 의하여 쉽게 제거가 가능할 것으로 기대된다. 현재 습식자력선별에 사용되고 있는 자력선별기를 아래 그림에 각각 나타내었다.

4) 부유선별

부유선별은 수중에서 기포 표면에 특정의 고체 입자를 붙이고 수면에 뜨게 하여 다른 고체 입자와 분리하는 방법이다.

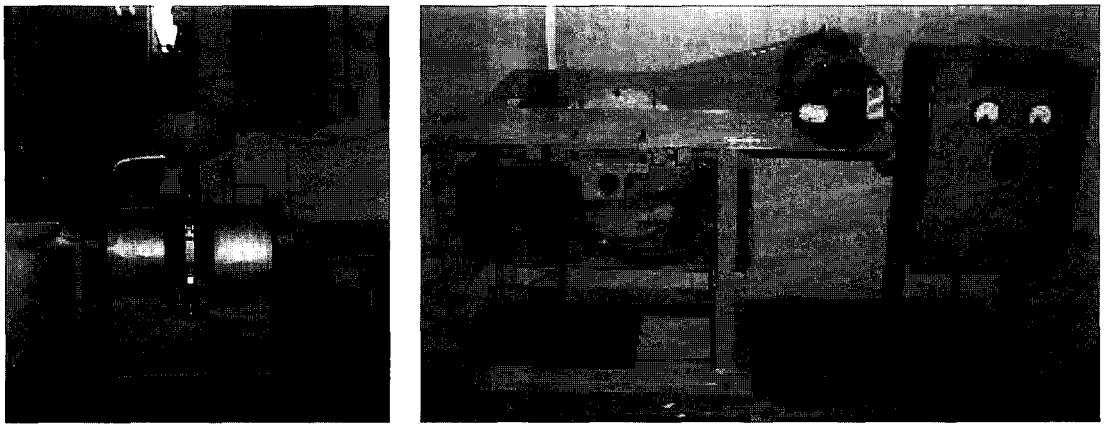

그림 1. 습식 고자력 선별기(왼쪽)와 회전형 자력선별기(오른쪽).

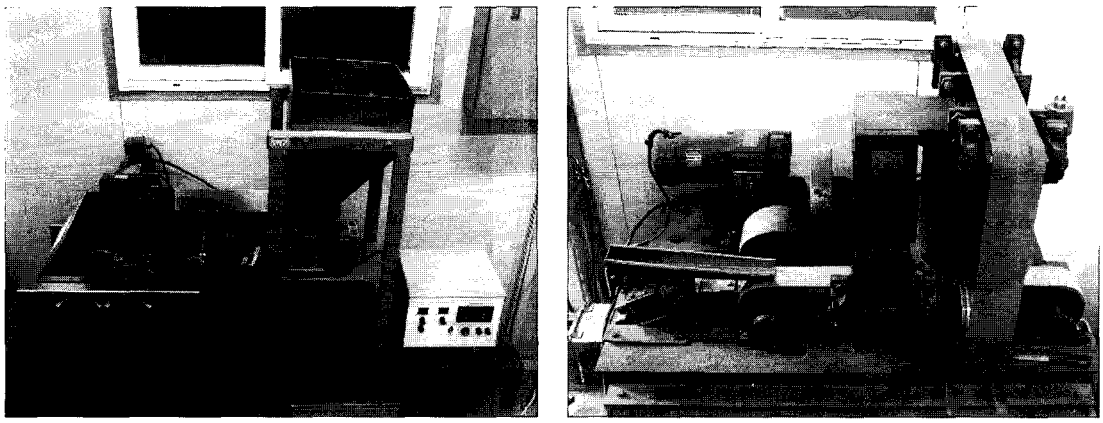

그림 2. 희토자력선별기(왼쪽)와 크로스 벨트 자력선발기(오른쪽).

부선은 광석의 선별법으로 발전했다. 광산에서 채굴한 광석에서 유가 광물을 농축 분리 할 때, 먼저 각 입자가 거의 한 종류의 광물로 될 때까지 잘게 분쇄한다.

이것을 단체 분리라고 부르고 그 정도는 광석의 성질에 따라 다르지만 보통 200mesh(15㎛) 이하이다.

분쇄된 광석은 고체 농도 약 30% 정도의 현탁액 (펄프라고 함)으로 되고, 펄프는 조건 하에 들어가게 되고 여기에서 포수제, 기포제 또는 필요에 따라 억제제, 활성제 등의 시약이 첨가되어 부선기로 인도되어 진다.

포수제라고 하는 것은 목적 광물에만 선택적으로 흡착하여, 그 표면을 소수성화 하는 시약으로, 유화 광물에 대해서는 알킬디치오탄산의 알카리염(잔세이트,ROCSSM, R은 알킬기, M은 알카리 금속) 또는 디알킬치오인산염(Aerofroth)(*RO*$_2$)*PSSM*)등이 쓰여진다. 황산염, 탄산염 또는 산화 광물에 대해서는 지방산 (또는 그 알카리염) 또는 아민 등이 쓰여진다.

포수제에 의해 소수성화 된 목적 광물은, 부선조 속에서 임펠러의 심한 교반에 의해 발생한 많은 량의 기포에 접착되어 액면 위로 떠오르고 'froth'를 형성한다.

이것이 연속적으로 긁어 모아져 나와 정광으로 모아진다. 여기서 기포제는 액면에 생성한 'froth'를 안정화시키기 위해 첨가되며 사용량은 광석 ton당 50~200g 정도이다.

유화 광물을 석영 등의 산화 광물로부터 부선 분리하는 경우 잔세이트 형의 포수제를 사용하면 이것들은 유화 광물에 선택적으로 작용하여 유화 광물만을 부유시키지만, 포수제에 대한 작용이 유사한 광물끼리, 예를 들면 유화 광물 끼리를 분리하는 것과 같은 경우에는 어느 광물에 대해서 포수제의 작용을 선택적으로 감소시키는 억제제 또는 그것을 증가시키는 활성제를 첨가하여, 그 목적을 달성하고 있다.

부선은 비중, 자선 등 물리적인 차이가 없어도 시약의 조합에 의해 분리할 수 있다는 것과, 그 적용 광물입자 크기가 비중선별의 광물입자 크기보다도 작고, 단체분리 입도가 작은 광물의 분리가 가능하기 때문에 비중 선별 대신 광물선별의 주류를 차지하고 있다. 또 부선은 광물의 선별뿐만 아니라 여러 개의 고체물질 또는 용질의 분리, 농축에도 이용되게 되었다.

5) 비중선별

비중분리법은 고체입자의 밀도의 차를 이용한 고체분리를 위한 선별법의 하나로서, 광업에 있어서 유용광물과 맥석과의 분리를 위한 중요한 수단으로서 발전해 왔다. 비중선별법에는 지그 선별, 유막선별, 중액선별 등의 각종 방법이 있으며, 고체입자의 밀도의 차가 1이상인 경우에는 선별이 가능하다. 밀도의 차가 1~0.5 일때는 상당한 주의가 필요하며 0.5이하에서는 실제상 곤란하다.

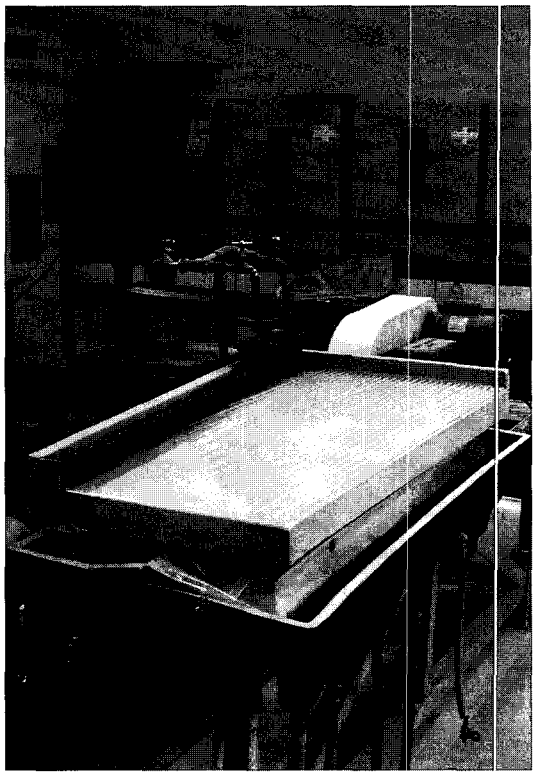

그림 3. 윌플리 비중선별기.

유막선별법(Flowing film concentration)은 수평방향으로 흐르는 유체의 유막을 이용해서 밀도가 다른 입자의 분리를 취급하는 선별법의 일종이다. 유막에 있어서는 깊이에 따라 각부의 유속이 다른 것, 즉 유속은 바닥에서는 0이지만, 정확히 "액면에서 조금 아래가 최대" 라는 특성을 가지고 있다.

그림 3에 나타낸 것과 같은 윌플리 테이블과 같은 수평보다 약간 경사진 평판 위를 물과 함께 입자를 흘릴 경우, 테이블 위의 입자의 배열 순서는 입자가 침강함에 따라, 상류쪽에서 하류쪽으로 밀도도 크고 큰 입자, 밀도가 크고 작은 입자, 그 다음에 밀도가 작으며 큰 입자, 밀도가 작으며 작은 입자의 순으로 배열한다. 그러나

침강한 후는 유막의 유속 특성에 따라서 크고 무거운 입자와 작고 가벼운 입자가 같은 위치에 놓여진다. 이러한 사실은 침강 또는 분급에 있어서 입자의 배열순서와는 반대이다.

유막에 의한 선별에 있어서 입자의 밀도, 크기 등이 중요한 인자임은 말할 필요도 없지만 더욱 더 입자가 평면을 이동할 때에 일어나는 입자의 마찰저항을 고려할 필요가 있다.

따라서 입자의 배열 순서는 입자의 형상에 의해서도 변하는 것이고, 입자의 형태에 의해서도 크게 좌우된다는 사실을 근거로 한 선별법이다.

이 유막선별법은 대개 지그로 선별하지 못하는 정도의 가는 광석, 즉 2~1mm 이하의 입자

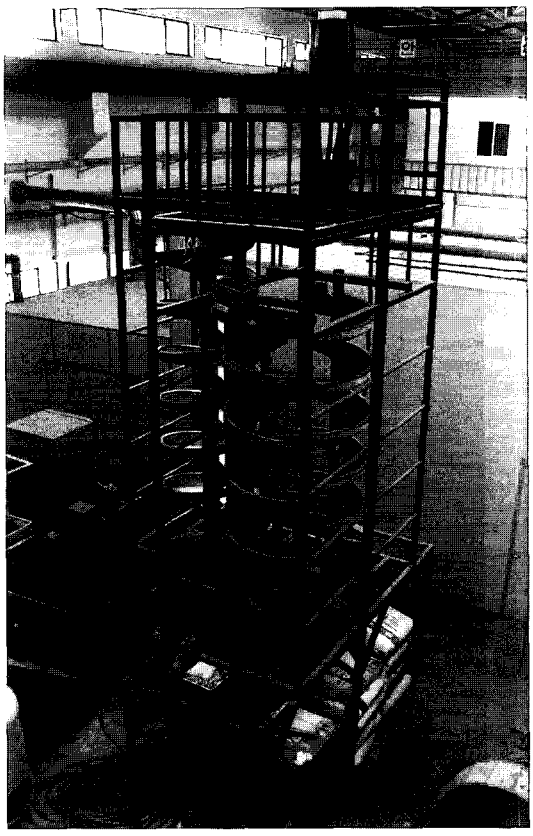

그림 4. 험프리 스파이럴 비중선별기.

를 처리하는데 적합한 비중선별법이다. 물론, 입자의 크기가 너무 작아져도 유막선별의 대상이 될 수 없지만, 모래 정도 즉 200mesh 정도 내외에서 선별 능력이 뛰어나다.

유막선별법 중에는 그림 4에 나타낸 것과 같은 Humphrey에 의하여 고안되어 1940년대부터 쓰여 온 나선형선별기(spiral concentrator)를 사용하는 선별법이 있으며 사광(砂鑛)의 처리에 상당히 유행되고 있다.

이 나선형 선별기는 원호(圓弧)모양으로 된 것을 안쪽으로 기울여서 나선형으로 설치해 놓은 것이다.

상부로부터 광액을 급광해주면 이것이 나선형 홈을 돌면서 흘러내려가게 되는데, 굴러 내려가는 광석 입자에 작용하는 힘은 중력, 부력, 물의 압력, 원심력 마찰력 등이 있다.

무거운 입자들은 홈의 낮은 안쪽에 일찍 가라앉은데, 여기는 물의 속도가 느리고 원심력도 작을 뿐 아니라 입자가 무겁기 때문에 마찰저항이 세게 작용한다.

그러므로 이들은 자연히 수류의 방향으로부터 이탈하여 보나 낮은 안쪽으로만 돌게 된다. 한편 가벼운 입자들은 쉽게 가라앉지 못하므로 물속에 뜬 채로 무의 운동을 따라서 바깥쪽으로 돌게 된다.

이렇게 하여 비중이 큰 광물은 주로 중력과 마찰력에 의하여 홈의 안쪽의 얕은 곳을 흘러내리고, 비중이 작은 광물은 주로 부력과 원심력에 의하여 물과 함께 바깥의 높은 둘레로 밀리면서 돌아 내려가므로, 결국 광물입자들은 비중의 차이에 따라서 안팎으로 분리배열하게 될 것이다.

홈의 바닥에는 안쪽으로 구멍을 뚫어서 비중이 큰 광물을 뽑아내게 되므로 위쪽의 구멍들에서 정광이 나오고, 아래로 내려가면서 품위가

낮아져서 마지막에 광미가 흘러나가게 된다.

구멍마다 그 크기를 조절할 수 있는 spilliter가 붙어 있어서 필요에 따라 정광의 구분을 예민하게 변동시킬 수 있다.

이 선별기를 이용하여 깨끗한 선별을 하고자 할 때는 급광의 크기의 범위가 등속 침강비의 4배를 넘지 않아야 한다고 한다.

마모되는 부분이 적고 설치면적이 적게 들며, 소음이 대단히 적으므로 품위 낮은 사광의 예비처리 등에 효과적으로 이용되고 있다.

선별도가 높지 못하고 회수율이 좋지 못한 것이 단점이다. 이 선별법으로는 주로 사광으로부터 텅스텐 광물, 주석, 크롬철석, 티탄철석, 금홍석, 모나자이트, 지르콘, 석류석 등의 비교적 무거운 광물들을 일괄적으로 선별한 다음 이 종합중사(heavy sand)를 자력선별, 정전선별, 비중선별 등을 이용하여 각각의 광물 정광을 얻을 수 있다.

7) 화학적 처리법

점토중의 철 화합물 종류는 점토의 성인 혹은 화학적 환경에 따라서 다르나 보통 저결정질의 수산화철은 점토에 콜로이드 상태로 부착되어 있어서, 일반적으로 기계분리가 대단히 어렵다. 따라서, 탈철법으로는 환원 용출법, 산화 용출법, 승화법, 산 용출법 등의 화학적 방법이 종전부터 시도되었는데, 점토광물의 성질을 잃지 않고 조작이 신속 또는 간편해야 하며, 또한 처리후의 폐기물 회수가 용이해야 한다.

결 언

오늘날 고기능성의 균질, 복합 미분체의 합성 또는 제조기술은 다양하게 개발되어 신소재 산업분야에서 적극적으로 활용되고 있으며, 금후 각종 산업분야에서의 응용이 크게 기대되고 있는 분야이다.

이러한 광물자원의 중요성 및 활용도와는 달리 국내외에 고품위 광석이 점차 소진되어 가는 현실은 자원처리 기술 개발의 필요성을 더욱 절실하게 한다.

따라서 부존자원의 확대는 물론이고 유한한 부존자원의 효율적 활용 및 부가가치 창출의 위한 품위향상 기술 개발이 부단히 경주되어야 할 것이다. 특히, 광물자원은 제조업에서의 최종 제품보다는 중간 소재원료로 사용되는 경우가 많아서 최종 제품 제조기술에 막대한 영향을 줄 수 있을 뿐 만 아니라 부가가치 역시 상당히 낮다.

따라서 이러한 악조건을 극복하기 위하여 경제적인 처리기술의 개발은 물론이고 고 부가가치 창출이 가능한 분야로의 활용성 제고를 위한 노력이 배가되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 김상배 외, 2000, 비금속 판상광물의 미립화 및 고도선별 연구, 한국자원연구소
2. 양정일 외, 1997, 비금속 광물의 부가가치 향상연구, 한국자원연구소
3. Peter W. Harben, 1999, the Industrial Minerals Handybook(3rd ed.), Industrial Mimerals Information Ltd.
4. 이강문, 1995, 광물처리공학, 반도출판사
5. B.A. Wills, 1984, Mineral Processing Technology, Pergamon