

알루미늄드로스로부터 수산화알루미늄 제조

*朴馨圭 · 李厚仁 · 金俊秀

韓國地質資源研究院

Preparation of Aluminum Hydroxide by Recycling of Aluminum Dross

*Hyungkyu Park, Hoojin Lee and Joonsoo Kim

Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, Yusong-gu, Taejon 305-350, Korea

요 약

알루미늄드로스는 드로스의 특성과 처리 후 용도를 고려하여 재활용하여야 한다. 본 연구에서는 국내 재생 알루미늄업체에서 발생된 알루미늄드로스를 수산화알루미늄의 원료로 재활용하고자 하였다. 드로스 시료를 크기에 따라 선별하고, 850 μm 보다 작은 크기의 드로스를 수산화나트륨 용액으로 침출하여 드로스 중의 잔류 알루미늄을 용액 중으로 분리 추출하고, 침출용액에서 석출반응에 의하여 수산화알루미늄 침전물을 회수하였다. 시험 제조한 수산화알루미늄의 순도는 98% 이상이었으며, 입경은 3~39 μm 범위였다. 또한, 침출시 드로스의 장입량, NaOH 농도 및 광액농도가 수산화알루미늄의 회수율에 미치는 영향을 조사한 결과 페드로스를 A/C비 0.5, 광액농도 14~16%로 침출하는 것이 석출시 회수율이 가장 높았다. 본 연구결과를 알루미늄드로스 재활용의 한 가지 방법으로 제안하고자 한다.

주제어: 알루미늄드로스, 재활용, 침출용액, 수산화알루미늄, 침전물

ABSTRACT

Aluminum dross should be recycled in consideration of characteristics of the dross and its reutilization after processing. In this study, aluminum dross generated in the domestic secondary aluminum industry was processed to use it as raw material for producing aluminum hydroxide. Sample dross was classified according to its size. The dross smaller than 850 μm was leached with sodium hydroxide solution to extract the remaining aluminum from the dross into the solution, and then aluminum hydroxide precipitate was recovered from the leach liquor. Purity of the obtained aluminum hydroxide was above 98%, and size of the sample was in range of 3~39 μm . Recovery of aluminum hydroxide precipitate was highest on condition that A/C ratio of the solution was 0.5 and pulp density was 14~16% at the leaching step. From the result, it was suggested that this process could be applicable to recycling of aluminum dross.

Key words: Aluminum dross, Recycling, Leach liquor, Aluminum hydroxide, Precipitate

1. 서 론

알루미늄 금속 또는 스크랩을 용해시키면 용해된 알루미늄 용탕 표면에 산화물층이 형성되는데, 이것을 알

루미늄드로스라고 한다. 알루미늄은 산화가 잘 되는 금속이기 때문에 알루미늄을 용해하는 경우에는 많긴 적긴 간에 항상 알루미늄 드로스가 발생되게 된다. 특히 알루미늄 스크랩을 용해하여 알루미늄 재생지금 또는 합금으로 재활용하는 경우에는 알루미늄 1차지금을 용해하는 경우보다 더 많은 드로스가 발생되며, 발생되는

* 2001년 7월 20일 접수, 2001년 8월 28일 수리

* E-mail: parkhk@kigam.re.kr

드로스의 양은 스크랩의 성분과 용해방법에 따라서 달라지게 된다. 알루미늄 1차지급 용해시에는 장입량의 2-4%, 일반 알루미늄 스크랩 용해시에는 5-15%, 알루미늄 폐캔 용해시에는¹⁾ 10~30% 정도의 드로스가 발생된다. 알루미늄드로스의 주성분은 드로스 중에 잔류된 금속알루미늄과 알루미늄산화물이다. 드로스로부터 잔류알루미늄을 회수하고 난 것을 페드로스(waste dross) 또는 재(ash)라고 하는데 이것은 대부분 매립처리에 의존하고 있다. 일반적으로 페드로스에도 15% 이상의 금속알루미늄이 잔류한다.

국내에서는 연간 약 6만 톤의 드로스가 발생하는 것으로 추정된다. 국내 대부분의 알루미늄 재생업체에서는 드로스 중의 잔류 알루미늄을 회수하는데 중점을 두고 있다. 처리방법은 드로스를 도가니로에서 1차 또는 2차로 재용해하여 드로스 중의 잔류 알루미늄을 회수하고 페드로스의 양을 줄이고 있다. 페드로스는 일반폐기물로 취급되어 매립 처리하는 것이 일반적이었는데, 환경보전과 매립 비용의 상승으로 인하여 페드로스의 감량화 및 재활용을 위한 대책 마련은 국내 알루미늄 용해업체의 시급한 현안중 하나이다. 또한, 향후 재생 알루미늄의 생산량이 많아질 것이고 이 과정에서 페드로스 발생량이 증가될 것이 예상되므로 알루미늄드로스의 처리에 관한 기술적인 검토와 연구가 필요한 실정이다.

외국에서도 알루미늄 생산량이 많은 나라들에서 알루미늄 드로스의 처리에 관한 연구가 다방면에 걸쳐 진행되고 있다. 미국, 캐나다 등 알루미늄 주요 생산국에서는 알루미늄 2차지급 생산시 알루미늄 드로스의 발생량 감소 및 발생 드로스의 처리 기술에 많은 관심을 갖고 기술개발을 추진하면서 드로스중의 잔류 알루미늄 회수나 페드로스 발생량 감소 등 일부분에 있어서 상당한 성과를 거두고 있다.²⁻⁵⁾ 그러나, 페드로스의 재활용 기술이나 용도개발 측면에서는 이들 나라에서조차 아직까지도 경제적으로나 기술적인 면에서 두드러진 연구개발 결과는 발표되지 않고 있는 실정이다. 미국에서는 연간 약 80만톤의 드로스가 발생되고 있다.⁶⁾ 발생된 드로스는 잔류 알루미늄을 회수한 다음 매립하는 것이 일반적이었으나, 최근에는 환경보전에 따른 매립지 부족과 매립비용 상승으로 인해 재활용 기술개발에 많은 노력을 기울이고 있다.

본 연구에서는 광석으로부터 수산화알루미늄을 제조하는 기존의 Bayer Process⁷⁾를 응용해서 페드로스의 잔류 알루미늄을 용액상으로 분리 회수하여 수처리응집제 등 화학공업 원료인 수산화알루미늄을 제조하였다.

이 연구를 통하여 알루미늄드로스 재활용의 한가지 방안을 제시함으로써 드로스 감량화로 인한 산업폐기물 처리비용 절감과 환경보존 효과를 기하고자 한다.

2. 이론적 배경

알루미늄은 양쪽성 원소로서 산이나 알칼리에 모두 용해가 가능하나, 산을 사용할 경우에는 취급이 불편하고 폐산을 처리해야 하는 환경적인 후처리 공정을 보완하여야 하며 침출용기가 내산성을 요하므로 장치 유지비용이 많이 드는 단점이 있다. 반면에 알칼리로 침출하는 경우에는 알칼리 시약이 산보다 고가라는 점을 제외하면 산을 사용하는 것보다 유리한 점들이 있다. 알칼리 용액인 수산화나트륨(NaOH) 용액을 사용하여 알루미늄드로를 침출시키면 드로스 중의 알루미늄 금속 성분은 수용액상으로 침출되고, 알루미늄산화물은 대부분 침출잔사 중에 남는다. 따라서, 본 연구에서는 NaOH 용액을 사용하여 페드로스중의 알루미늄을 용액중으로 침출시키고, 침출용액 중에서 수산화알루미늄의 형태로 알루미늄을 회수하는 방법을 사용하였다.

본 연구에서의 드로스 처리방법을 토대로 페드로스로부터 수산화알루미늄을 제조하는 방법을 요약해서 나타내면 Fig. 1의 공정도와 같다. 공정의 주요원리는 드로

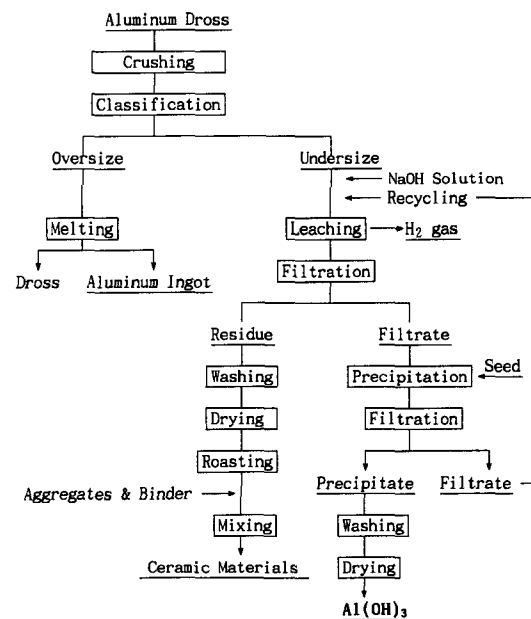
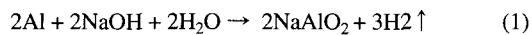


Fig. 1. Schematic flow sheet for recycling of aluminum dross.

스를 파쇄하면, 입자가 큰 것에는 금속이 많이 함유되어 있고 입자가 작은 것에는 산화물이 많아지게 되므로 입자가 큰 것은 재용해를 통해서 Al 금속을 바로 회수하고, 입자가 작은 것은 NaOH 용액으로 침출하여 드로스 중의 알루미늄 성분을 용액상으로 분리해서 수산화알루미늄으로 회수하고, 침출시에 발생된 잔사는 몇 가지 처리를 통해서 요업용 원료로 재활용하는 것이다.

수산화알루미늄을 제조하는 종래의 방법은 bauxite 광석을 원료로 사용하여 고온, 고압에서 수산화나트륨용액으로 분해시켜서 광석중의 알루미늄산화물을 용액중으로 침출시키고, 침출용액을 가수분해시켜서 수산화알루미늄을 만드는 방법을 사용하는 것이 일반적인 방법으로서, 이와같은 방법의 기본공정을 Bayer법이라고 부른다. 국내의 경우 수산화알루미늄의 제조원료로 수입 고령토를 사용하고 있다. 종래의 방법대로 수산화알루미늄을 제조하는 경우에는 수입 고령토를 사용하는데 따른 원료비가 소요되고, 광석 분해시에 고온, 고압의 반응기를 사용하는데 따른 장치비가 소요된다. 따라서, 알루미늄드ross를 수산화알루미늄 제조 원료로 사용하는 경우 광석을 원료로 사용하는 종래의 방법에 비해 제조단가를 절감시킬 수 있다.

알루미늄드ross를 NaOH로 침출시킬 때 용액 내에서의 화학반응은 다음 식 (1)과 같다.



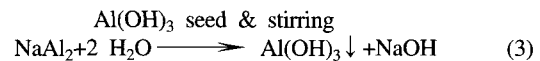
보옥사이트 광석을 NaOH로 침출시키는 종래 방법에서의 화학반응은 다음 식 (2)와 같으며,



이 경우에는 수소 가스가 발생되지 않는 반면에 알루미늄드ross를 NaOH로 침출시키는 경우에는 위 식 (1)과 같이 수소 가스가 발생된다. 따라서, 본 연구에서와 같이 알루미늄드ross를 처리할 경우에는 위 식 (1)에서 부산물로 발생하는 수소가스를 따로 포집하여 연료용 수소가스 또는 수소화합물 제조에 사용할 수 있다는 것

점도 있다.

위 (1)식과 같이 알루미늄드ross를 NaOH 용액으로 침출시킨 다음에, $Al(OH)_3$ 로 침전이 빨리 일어나도록 할 목적으로 seed를 소량 첨가하고 용액을 교반시키면 용액내에서 $NaAlO_2$ 가 가수분해되어 $Al(OH)_3$ 석출물이 형성된다. Seed로는 미세한 $Al(OH)_3$ 분말을 사용한다. 석출 시에 화학반응은 다음 식 (3)과 같다.



$Al(OH)_3$ 침전물은 여과, 수세, 건조시켜 회수하고, 용액은 NaOH 농도를 조절하여 식 (1)의 공정으로 리싸이클링시킨다.

3. 실험

3.1. 시료

실험에 사용한 알루미늄드ross 시료는 국내의 알루미늄재생업체에서 발생된 것으로서, 스크랩 용해시 발생된 드ross를 1차 용해하여 드로스 중의 금속 알루미늄을 회수한 후 발생된 페드ross이다. 시료에 함유된 화학성분들의 분석결과는 Table 1 과 같다. Table 1에서 잔량은 알루미늄으로 취급할 수 있는데, 이 중 금속알루미늄의 함량은 $32 \pm 2\%$ 였다. 또한, 시료의 입도별 중량분포는 Table 2 에 나타낸 바와 같이 20 mesh 크기 ($825 \mu m$) 이하의 것이 약 97%였다.

3.2. 실험방법

드로스 중의 알루미늄을 NaOH용액으로 침출시 침출에 영향을 미치는 주요 인자로는, NaOH의 농도, 광액 농도(pulp density) 및 용액중 Al 성분과 Na 성분의 비를 나타내는 A/C 비 등을 들 수 있다. NaOH의 농도는 %농도를 사용하였으며, 이들 실험변수들을 다음 식 (4), (5), (6)과 같이 정의하였다. 식에서 W는 시료의 무게를 나타내며, W(Al)는 장입 드로스중의 metallic

Table 1. Chemical composition of the sample dross

| Chem. Comp. | Ca | Fe | K | Mg | Mn | Na | Ti | Zn |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Average | 1.70 | 1.28 | 0.99 | 3.28 | 0.16 | 1.93 | 0.34 | 0.39 |

Table 2. Particle size distribution of the sample dross

| Sieve Mesh | +20 | 20/40 | 40/50 | 50/70 | 70/100 | 100/200 | 200/325 | -325 |
|--------------|-----|-------|-------|-------|--------|---------|---------|------|
| Average, wt% | 3.1 | 25.7 | 12.2 | 8.2 | 13.8 | 26.7 | 8.2 | 2.1 |

Al 양을 나타낸다.

$$\% \text{농도}_{(\text{NaOH})} \equiv W_{(\text{NaOH})} / \{W_{(\text{NaOH})} + W_{(\text{H}_2\text{O})}\} \quad (4)$$

$$\text{Pulp Density}(\%) \equiv W_{(\text{dross})} / \{W_{(\text{NaOH})} + W_{(\text{H}_2\text{O})} + W_{(\text{dross})}\} \quad (5)$$

$$A/C \equiv W_{(\text{Al})} / W_{(\text{NaOH})} \quad (6)$$

실험실 규모로 수산화알루미늄을 제조하는 경우의 예를 들면, NaOH 216.6 g을 증류수 1,000 ml에 용해시켜서 9.77% NaOH 용액을 제조하고, 여기에 20 mesh 이하 크기의 알루미늄드로스 시료 180.5 g을 용액이 담긴 pyrex 반응기에 장입하여 1시간 동안 교반, 침출시켰다. 이 경우 광액농도는 14%이고, A/C비는 0.5가 된다. 또한, 시료에 따라 드로스 중의 금속 Al 함량이 조금씩 다르기 때문에, 실험시 회수를 계산의 일관성을 유지하기 위하여 드로스 중의 금속 Al 양은 분석 최저치인 30%를 기준하여 A/C비를 계산하였다. 침출시에는 반응열이 다량 발생하여 용액이 증발되므로 증발에 따른 용액 손실을 줄이기 위하여 침출용기에 응축기를 부착하여 사용하였으며, 반응시 발생하는 수소가스의 배기관은 별도로 설치하였다.

침출액을 여과한 후 침출액을 100 ml 씩 채취하여 수산화알루미늄 침전을 제조하였는데, Al(OH)₃ seed를 여과후 바로 장입한 것, 여과액이 완전히 냉각된 후 seed를 장입한 것, seed를 사용하지 않은 것 3가지 실험을 행하였다. 사용한 Al(OH)₃ seed는 Junsei Co. 시약을 사용하였으며, 장입량은 각각 1.7 g이었다. 침전물은 Fig. 1에 나타난 공정수순에 따라 수세, 건조를 행하고 X선 회절법에 의하여 정성분석하였으며, ICP를 이용하여 함유된 성분의 정량분석을 행하였다.

또한, 각 침전실험별로 침전물의 무게를 측정하고 seed양을 제외시켜 최종 회수량을 구하였다. 그리고, 각 실험별로 침전 회수후의 여액을 1.2N 염산으로 중화적정하여 침출전 NaOH 용액의 농도와 비교해서 NaOH 용액의 재사용 가능성을 조사하였다. 장입한 알루미늄드로스 중의 Al₂O₃ 성분이 소량이나마 NaOH 용액에 용해될 수 있지만, 실험을 통해 조사한 결과 그 양은 극소량이었다. 따라서, 본 실험에서 Al(OH)₃ 회수율 R은 드로스 중의 금속알루미늄 성분이 모두 침출된 경우를 기준하여 다음 식 (7)과 같이 계산하였다. 이 식에서 M은 분자량을 나타낸다.

$$R(\%) \equiv \frac{W_{(\text{Al}(\text{OH})_3, \text{precipitated})}}{W_{(\text{Al})} \times M_{(\text{Al}(\text{OH})_3)} / M_{(\text{Al})}} \times 100 \quad (7)$$

4. 실험결과 및 고찰

4.1. 시험품의 성분분석 결과

알루미늄드로스를 NaOH용액으로 침출시킨 후 침출용액으로부터 회수한 침전물을 수세, 건조하여 얻은 시료의 모습은 Fig. 2와 같다. 침전물은 백색 분말로서 침전물을 X선 회절법으로 분석한 결과 Al(OH)₃임을 확인할 수 있었다. 침전물의 X선 회절곡선은 Fig. 3과 같다. Fig. 3에서 아래 표시한 것이 시험품의 회절곡선으로서, 침전물의 회절곡선에 나타난 피크들이 '29-41'로 표시한 Al(OH)₃의 표준 X선 특성피크들과 잘 일치하고 있음을 볼 수 있다.

Fig. 4는 수산화알루미늄의 열분석(DTA)곡선으로서

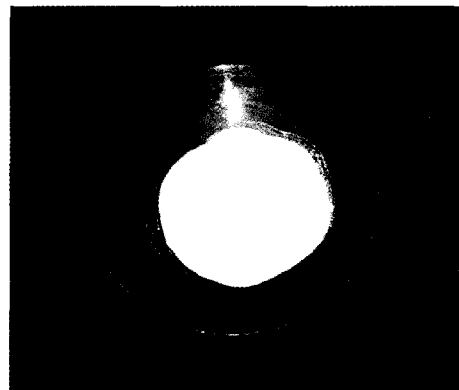


Fig. 2. Aluminum hydroxide sample prepared from aluminum dross.

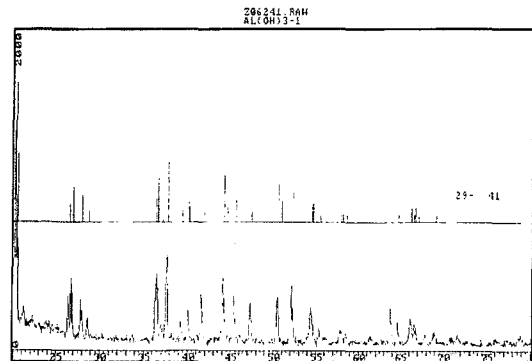


Fig. 3. X-ray diffraction curve of the aluminum hydroxide sample.

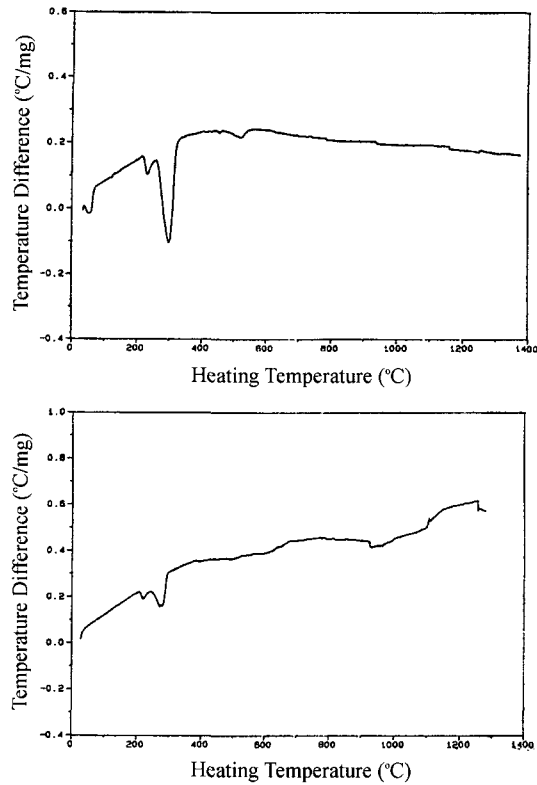


Fig. 4. DTA curve of the Al(OH)₃ sample (top: commercial reagent, bottom: sample).

위의 곡선이 Junsei 시약의 경우이고, 아래 곡선이 시험 제조한 수산화알루미늄의 열분석 곡선이다. 약간의 차이는 있지만 두 시료의 열분석 곡선이 비슷함을 알 수 있다. 또, 열분석곡선의 300°C 부근에서 큰 흡열 피크를 나타내고 있는데, 이것은 이 온도에서부터 Al(OH)₃가 하소하기 시작하여 Al₂O₃로 변하는 것으로 사료된다.

시험 제조한 수산화알루미늄의 순도를 조사하기 위하여 함유 가능한 원소들의 성분을 ICP를 이용하여 정량 분석한 결과는 Table 3 과 같다. 비교 검토를 위하여 시판용 시약의 정량분석 결과를 함께 나타내었다. Table 3 에서 보면 시험품의 경우에 알루미늄수산화물의 순도가 98% 이상인 것으로 판단된다. 시험품의 경우 시약에 비

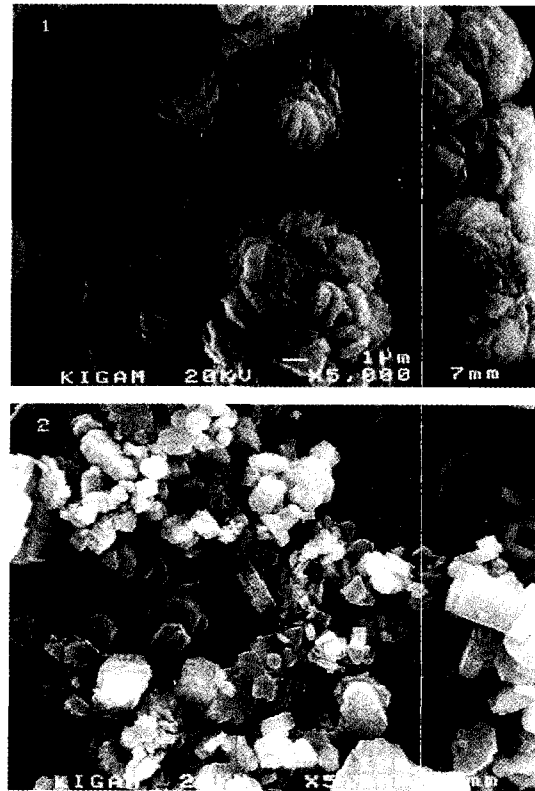


Fig. 5. Photos by SEM of the aluminum hydroxide sample (×5,000).

해서 Na와 Si의 함량이 높은 것을 볼 수 있는데, Na 함량이 높은 이유로는 침출후 시료의 표면과 내부 기공에 묻은 NaOH가 충분히 세척되지 않은 데 기인하는 것이며, Si 경우에는 원래 드로스에 섞여 있는 Si 성분이 일부 침출되었기 때문으로 사료된다.

4.2. 시험품의 입도조사

시험 제조한 수산화물의 입자형상을 주사전자현미경(SEM)으로 관찰한 결과는 Fig. 5 와 같다. 이 그림에서 윗쪽 사진(사진 위 “1”로 표시)은 침출후 바로 여과한 다음 seed를 집어 넣고 12시간 교반하여 호수한 수산화알루미늄 침전물의 입자 형상이고, 아래쪽 사진(“2”로

Table 3. Chemical composition of the aluminum hydroxide samples

| Composition Sample | Na, % | Si, % | Ca, ppm | Fe, ppm | Mg, ppm | Mn, ppm | Cu, ppm | Ni, ppm | K, ppm |
|-----------------------|----------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| Prepared | 0.77 | 0.56 | 13 | 18 | <1 | <1 | <1 | <1 | 210 |
| Commercial | 0.09 | 0.052 | 7.9 | 23 | <1 | <1 | <1 | <1 | 26 |

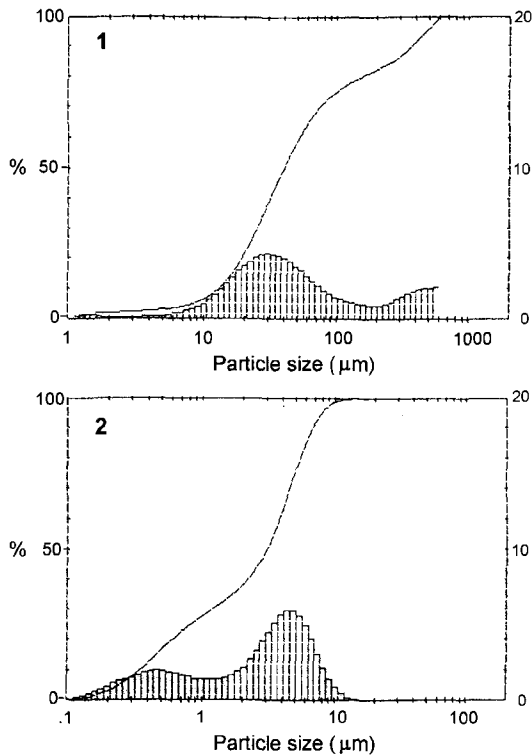


Fig. 6. Particle size distribution curve of the sample shown in Fig. 5.

표시)은 침출 여과후 7일간 방치한 다음 회수한 시료의 형상이다. 두가지 모두 5,000배로 촬영한 것이다. 위의 사진은 결정화가 충분히 이루어지지 않아 미세한 입자들이 응집되어 있고, 아래 사진의 경우에는 침전시 결정성장에 필요한 시간이 충분하여 입자가 커진 것을 볼 수 있다. 이와같이 알루미늄수산화물은 침전방법에 따라 입형이 달라진다는 것을 알 수 있다.

Fig. 6은 이 두 시료의 입자크기 분포를 laser beam light scattering법으로 측정된 결과이다. Fig. 6에서 윗

쪽의 경우(그림 왼쪽위 "1"로 표시)는 Fig. 5-1 시료의 입도분포로서 평균입자크기가 39.5 μm 이며, Fig. 6 아래 그림은 Fig. 5-2 시료로서 평균입자크기가 3.0 μm 이다. SEM으로 관찰한 경우에 입자가 작은 Fig. 5-1의 경우에 입도가 더 큰 결과를 나타낸 것은 미세 입자들이 응집되어 있는 것을 사용한 입도분석기가 감지해 내지 못했기 때문으로 판단된다. 실제 수산화알루미늄의 입도를 측정할 경우에는 입자크기에 따라 다른 측정법을 사용하는 것이 바람직하다고 한다. 입자크기가 30~150 μm 인 경우에는 laser beam light scattering법이 좋으나, 0.3~30 μm 인 경우에는 X-ray sedimentation technique 측정법이 바람직하다고 한다.⁸⁾ 이상의 결과로부터 알루미늄수산화물은 침전방법에 따라 입형이 달라지고, 수산화알루미늄은 제품으로 사용시 그 용도에 따라 입자 크기와 형상 등을 조절하여 사용하여야 하므로 용도에 따른 침전방법을 잘 선정하여야 한다는 것을 알 수 있다.

4.3. A/C 비에 따른 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 의 회수율

드로스 중의 알루미늄을 수산화나트륨 용액으로 침출할 때 용액 중에서의 반응은 전술한 식 (1)과 같이 알루미늄과 수산화나트륨이 화학당량적으로 1:1로 반응한다. 이 경우 알루미늄과 수산화나트륨의 A/C 비는 27/40이므로 0.675의 값을 나타낸다. 본 연구에서는 A/C 비가 수산화알루미늄($\text{Al}(\text{OH})_3$)의 석출에 미치는 영향을 조사하기 위하여 A/C를 0.3~0.67 범위에서 변화시키면서 각각의 경우에 수산화알루미늄의 석출율을 조사하였다. A/C 변화에 따른 석출율의 변화를 조사할 때는 용액의 광액농도를 14%로 고정시켰다. 광액농도를 고정시켰기 때문에 침출용액의 양과 드로스 장입량은 별로 변하지 않으나, 대신 A/C 비를 변화시키기 위해서 NaOH 양이 달라졌고 그에 따라 NaOH 농도도 변하게 된다.

Table 4. Recovery of $\text{Al}(\text{OH})_3$ with variation of A/C ratio

| P.D.(%) | Water (ml) | A/C | Amount of Dross (g) | Amount of NaOH (g) | Concentration of NaOH (%) | Recovery (%) |
|---------|------------|-----|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------|
| 14 | 1000 | 0.3 | 194.5 | 194.5 | 16.28 | 12.35 |
| | | 0.4 | 185.5 | 139.1 | 12.21 | 46.77 |
| | | 0.5 | 180.5 | 108.3 | 9.77 | 66.50 |
| | | 0.6 | 177.3 | 88.6 | 8.14 | 58.17 |
| | | 0.6 | 175.4 | 77.1 | 7.15 | 47.76 |

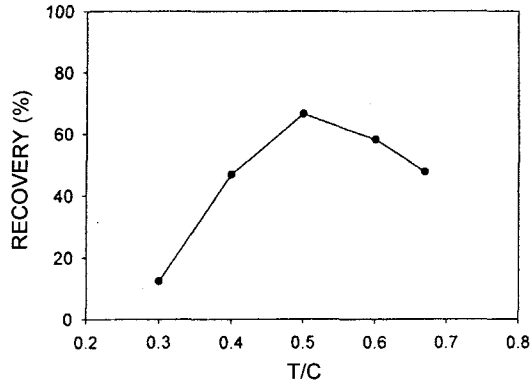


Fig. 7. Recovery of Al(OH)₃ with variation of A/C ratio.

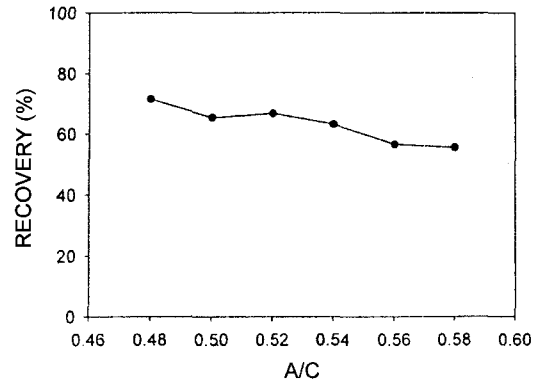


Fig. 8. Recovery of Al(OH)₃ with variation of A/C near A/C 0.5.

실험조건에 따른 석출을 조사결과를 정리하면 Table 4 와 같다. 이 표에서 P.D.는 광액농도를 나타낸다. 또, A/C 변화에 따른 석출율을 그림으로 나타내면 Fig. 7 과 같다. 이 그림에서 보면 A/C비가 0.3으로 아주 낮은 경우에는 석출이 잘 안되었으나, A/C비를 증가시킬수록 석출율이 증가하다가 0.6 이상으로 아주 높아지면 다시 감소하는 것을 알 수 있다. 이 결과를 보면 A/C비가 0.5 부근에서 Al(OH)₃의 석출이 가장 효과적임을 알 수 있다. Fig. 8 은 A/C비 0.5 근처에서 보다 세분하여 석출율을 조사한 결과이다. 이 결과에서도 0.5~0.52 근처에서의 석출효과가 가장 높다는 것을 확인할 수 있다. 이상의 결과로 보아 알루미늄 함량이 30%인 페드로스를 본 실험과 같은 조건에서 침출하는 경우에는 A/C비를 0.5로 하는 것이 석출에 가장 효과적이라고 판단된다.

4.4. 광액농도에 따른 Al(OH)₃의 회수율

드로스 중의 알루미늄을 수산화나트륨 용액으로 침출할 때 광액농도에 따라서도 침출율이 영향을 받는다. A/C비가 일정한 경우에 광액농도가 진한 경우가 많은 양의 시료를 처리할 수 있기 때문에 조업상으로 유리하

다. 또, 용액중에 침출되는 Al양이 많아져서 석출이 잘 될 것으로 예상된다. 반면에 광액농도가 너무 진하면 여과시 용액의 손실이 많아지는 등 조업상의 문제점도 따른다. 본 연구에서는 침출용액의 광액농도를 8~16 범위에서 변화시키면서 각각의 경우에 수산화알루미늄의 석출율을 조사하였다. 광액농도 변화에 따른 석출율의 변화를 조사할 때는 A/C비를 0.5로 고정시켰다. 그러나, 용액양을 일정하게 하였고 때문에 광액농도를 조절하기 위하여 드로스 장입량을 변화시켰으며, 이에 따라 A/C비를 일정하게 하기 위한 NaOH 장입량과 그에 따른 NaOH 농도가 변하게 된다.

실험조건에 따른 석출을 조사결과를 정리하여 나타내면 Table 5 와 같고, 이중 석출율을 그림으로 나타내면 Fig. 9 와 같다. 이 그림에서 보면 A/C비가 8% 이하에서는 석출이 잘 안되었으나, 10%를 넘어서면 광액농도가 증가할수록 석출율이 증가하다가 광액농도 14%에서 66%의 석출율을 나타내고 광액농도가 그 이상으로 되면 어느 한계점에 이르는 것을 볼 수 있다. 이상의 결과로부터 알루미늄 함량이 30%인 페드로스본 실험

Table 5. Recovery of Al(OH)₃ with variation of pulp density

| A/C | Water (ml) | P.D. (%) | Amount of Dross (g) | Amount of NaOH (g) | Concentration of NaOH (%) | Recovery (%) |
|-----|------------|----------|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------|
| 0.5 | 1000 | 8 | 91.7 | 55.0 | 5.20 | 1.4 |
| | | 10 | 119.0 | 71.4 | 6.66 | 41.8 |
| | | 12 | 148.5 | 89.1 | 8.18 | 57.0 |
| | | 14 | 180.5 | 108.3 | 9.77 | 66.5 |
| | | 16 | 215.0 | 129.0 | 11.42 | 67.2 |

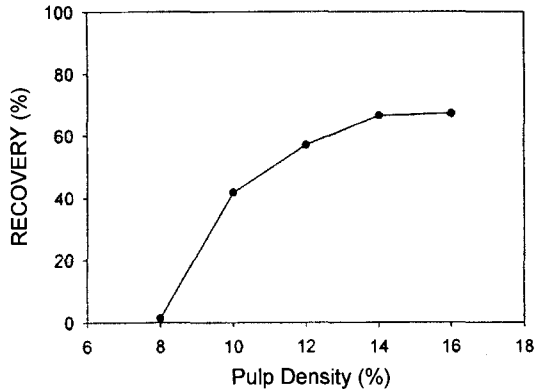


Fig. 9. Recovery of Al(OH)₃ with variation of pulp density.

험과 같은 조건에서 침출하는 경우에는 광액농도를 14-16%로 하는 것이 석출에 가장 효과적이라고 판단된다.

5. 결 론

본 연구는 알루미늄드로스의 감량화와 페드로스의 재활용기술을 개발하고자 수행하였으며, 알루미늄 페드로스를 수산화나트륨용액으로 침출하여 잔류 알루미늄용액으로 분리 회수하고 침출용액 중에서 수산화알루미늄 분말을 제조하였다. 연구결과 알루미늄드로스로부터 순도 98% 이상, 입도 3~39 μm 크기의 수산화알루미늄을 제조할 수 있었다. 그리고, 침출시 드로스의 장입량, NaOH 농도 및 광액농도가 수산화알루미늄의 회수율에 미치는 영향을 조사한 결과, 본 실험조건에서는 페드로스를 A/C비 0.5, 광액농도 14~16%로 침출하는 것이 석출에 가장 효과적이었다. 또, 침출공정에서 발생된 페드로스 잔사는 세라믹 원료로 재활용이 가능하였기에 대한 최적공정을 확립할 수 있었다. 본 연구결과를 알루미늄드로스의 재활용 방안의 하나로 제안하고자 하며, 실험결과는 향후 실용화 연구의 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.



朴 馨 圭

- 1979년 서울대학교 금속공학과 졸업
- 1981년 서울대학교 대학원 금속공학과, 공학석사
- 1989년 서울대학교 대학원 금속공학과, 공학박사
- 현재 한국지질자원연구원 책임연구원



李 厚 仁

- 한밭대학교 전기공학과 졸업, 공학사
- 충남대학교 대학원 전기공학과 재학중
- 현재 한국지질자원연구원 연구원



金 俊 秀

- 1976년 연세대학교 금속공학과 졸업
- 1978년 연세대학교 대학원 금속공학과, 공학석사
- 1983년 연세대학교 대학원 금속공학과, 공학박사
- 현재 한국지질자원연구원 책임연구원, 자원활용연구부장

감사의 글

이 연구는 에너지관리공단 및 21세기 프론티어사업 폐기물자원화사업단의 연구비 지원에 의하여 수행된 것이며, 지면을 빌어 그간의 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 박형규 외4인 : “폐알루미늄캔의 재활용방안 연구”, 과학기술처연구보고서, 한국자원연구소 (1992).
2. S. Lavoie, C. Dube and G. Dube : “Second International Symposium on Recycling of Metals and Engineered Materials”, ed. by J. H. L. van Linden et al, TMS, p.451 (1990).
3. H. Okazaki, M. Takai, N. Hayashi, T. Uehara and T. Ohzono: Proceedings of the “Rewas'99: Global Symposium on Recycling, Waste Treatment and Clean Technology”, San Sebastian, Spain, Sep. TMS & INASMET, pp.995-1003 (1999).
4. Bernd Kos: *ibid.* pp.967-73.
5. J. Meunier, C.B. Laflamme and A. Biscaro: *ibid.* pp.985-94.
6. J. M. Cassells and P. A. Rusin : “Removal and Reuse of Aluminum Dross Solid Waste”, Light Metals, ed. by S.K. Das, TMS, p.1075 (1993).
7. “비철제련공학”, 대한금속학회편, 회중당간, pp.402-25 (1980).
8. Larry L. Musselman : “Production Processes, Properties, and Applications for Aluminum Containing Hydroxides”, Science and Technology Handbook ‘Alumina Chemicals’, ed. by L.D. Hart, The American Ceramic Society Inc., pp.75-92 (1990).