

알루미늄 페드로스 슬러리의 분산거동에 관한 연구

김기석, 박재구*
한양대학교 지구환경시스템공학과

Dispersion of slurry prepared by aluminum waste dross

Ki-Seok Kim, Jai-Koo Park*
Department of Geoenvironmental System Engineering, Hanyang University

1. 서론

산업 폐기물의 일종인 알루미늄 드로스(Aluminium Dross)란, 알루미늄 지금(地金) 또는 스크랩(Scrab)을 용해시킬 때 용탕 표면에 형성되는 산화물을 나타내는 말이다. 산화가 매우 잘되는 금속인 알루미늄을 용해하는 경우 항상 알루미늄 드로스가 발생하게 되며, 발생하는 드로스의 양은 스크랩의 성분과 용해 방법 및 조업 여건 등에 따라 달라진다.

연간 알루미늄 드로스의 발생량은 약 6만여 톤에 달하며, 알루미늄 드로스로부터 수산화알루미늄(Aluminium hydroxide)을 회수한 후 남은 알루미늄 페드로스(Aluminium Waste Dross or Secondary Dross)를 요업용 원료로 적용하기 위한 연구를 수행 하였다.

페드로스에 존재하는 특정 성분이 페드로스 슬러리의 점도 변화에 미치는 영향을 확인 하기 위해서는 너무 많은 변수가 존재 하므로 화학성분분석을 통하여 페드로스에 가장 많은 양을 차지하는 Alumina, Magnesia, Silica를 일정비로 혼합 후 슬러리를 제조하여 점도를 측정 하였다. 이를 통하여 페드로스와 같은 다성분계의 powder의 분산 거동을 평가 할 수 있을 것으로 판단되어진다.

2. 이론

알루미늄 페드로스를 요업용 원료로 적용하기 위해서는 무엇보다 페드로스의 성형성이 가장 중요하다고 할 수 있다. 이를 위해서는 페드로스로 고농도 슬러리를 제조 할 수 있는 기술이 확립 되어야 된다.

일반적으로 무기입자 슬러리의 분산성은 슬러리내의 이온의 농도 및 폴리머 등의 첨가제의 영향을 크게 받는다. 액 중의 이온농도의 변화는 입자표면의 전기 이중층의 두께를 변화시키며, 특히 폴리머의 경우 입자표면의 폴리머 흡착층 두께를 변화시키게 되어 슬러리 분산에 영향을 끼치게 된다. 본 연구에서는 다성분계 알루미늄 페드로스의 모델 실험으로써 Alumina, Magnesia, Silica로 제조한 슬러리의 PAA(Polyacrylic Acid Sodium salt), SHP(Sodium Hexametaphosphate)에 의한 점도 변화를 살펴 보았다.

3. 실험

Alumina(Sumimoto Chemical, A-34), Magnesia(Samchun Pure Chemical), Silica(동양제철 화학)를 일정비로 첨가한 후, 증류수와 혼합하여 40wt%의 슬러리를 제조하였으며, 이에 대표적인 음 이온성 분산제인 PAA, SHP를 사용하여 슬러리의 점도 변화를 viscometer(DV-II+, Brookfield Co.)를 이용하여 측정하였다. 또한, 알루미늄 페드로스 200g 기준으로 1L의

증류수를 이용 batch식으로 정속교반기를 이용 수세를 하였다. 또한, 페드로스의 수세 및 배소 여부에 따라 비표면적은 NOVA 1000(QUANTA CHROME)를 이용하여 측정 하였으며, 입도는 SALD-2001(SHIMADZU)를 이용하여 측정 하였다.

4. 결과 및 토론

4.1 알루미늄 페드로스의 특성

알루미늄 드로스에 Na(OH)를 첨가하여 수산화알루미늄($Al(OH)_3$)을 회수한 후 남은 알루미늄 페드로스의 표면에는 Na(OH) 및 기타 유기물 등이 존재한다. 따라서 이를 제거하기 위하여 수세 공정을 거치게 되며 요업용 원료 형태인 산화물로 얻기 위하여 900℃에서 1시간 동안 배소 공정을 거치게 된다.

수세의 조건을 살펴보기 위하여 페드로스 200g에 증류수 1L를 첨가하여 정속교반기를 이용 300rpm으로 정속 교반하여 30분마다 그 pH변화를 살펴보았다. Fig.1에 나타난 것처럼 수세의 횟수가 4회 이상 일 때 그 pH 변화가 미약 한 것을 볼 수 있었으며, 따라서 수세의 횟수는 4회가 적당할 것으로 판단되어 진다. 또한, Table.1에 나타낸 바와 같이 A-4의 비표면적이 배소 후 약 2배정도 증가한 것을 알 수 있었다. 이는 수세 전 페드로스 표면에 존재 하던 불순물들이 배소 과정을 거치면서 산화물을 형성하여 비표면적을 증가 시키는 것으로 판단되어진다. 또한, Fig.2에 나타낸 바와 같이 수세와 배소는 페드로스의 평균 입도를 감소 시키는 것으로 나타났다. 따라서 페드로스를 요업용 원료로의 적용 시 분쇄의 필요성과 슬러리의 분산성을 감안 하였을 때 페드로스는 수세 및 배소 공정을 거치는 것이 타당하다고 판단되어진다. Table.2는 배소 후의 페드로스 화학 성분을 나타낸 것이다.

4.2 Al_2O_3 -MgO-SiO₂ 슬러리의 점도 변화

Fig.2에 40wt%로 제조된 Al_2O_3 슬러리에 MgO 와 SiO₂의 함량이 증가 될 때의 점도 변화를 나타내었다. 단일성분계로 존재하던 Al_2O_3 에 불순물인 MgO와 SiO₂의 함량이 증가 함에 따라 점도는 증가 하였다. 이를 통해 페드로스의 점도 또한 여러 불순물의 영향을 받아 높은 점도를 나타낼 것이라는 것을 추측 할 수 있었다.

위의 실험에서 가장 높은 점도 값을 나타낸 Al_2O_3 -MgO-SiO₂를 각각 90wt%, 6wt%, 4wt%로 혼합하여 제조한 40wt% 슬러리에 대표적인 음이온성 분산제인 SHP와 PAA를 사용하여 그 점도 변화를 살펴보았다. PAA와 SHP는 첨가된 Powder의 무게를 기준으로 그 첨가량을 나타내었으며 그 결과는 Fig.3 과 Fig.4에 나타내었다. Fig.3과 Fig.4에서 알 수 있듯이 PAA의 최적 첨가량은 0.8wt% 이었으며 SHP 최적의 첨가량은 0.4wt%로 나타났다. 하지만 PAA를 0.8wt%첨가하였을 경우와 SHP를 0.4wt%첨가하였을 경우의 점도를 비교하였을 때 SHP를 0.4wt% 첨가한 슬러리의 점도가 보다 높은 값을 나타내었다. 따라서 PAA 보다 SHP가 다성분계의 슬러리를 분산시키는데 보다 적합한 분산제인 것으로 판단되어진다.

5. 결론

알루미늄 페드로스를 수세 및 배소하는 것이 요업용 원료로 적용하기에 보다 알맞을 것으로 나타났으며, 수세는 200g의 페드로스에 1L의 증류수를 300rpm으로 정속 교반하여 4회 실시 하는 것이 타당한 것으로 나타났다. 또한, 페드로스 슬러리의 점도 평가를 위하여

Al₂O₃, MgO, SiO₂ 로 이루어진 모델 실험을 실시하였으며, Al₂O₃에 MgO, SiO₂의 첨가량이 증가 할수록 슬러리의 점도는 증가 하였다.

Al₂O₃, MgO, SiO₂를 각각 90wt%, 6wt%, 4wt%로 혼합하여 제조한 40wt%의 슬러리에 음이온성 분산제인 PAA 0.8wt%와 SHP 0.4wt%를 첨가하였을 때 가장 낮은 점도 값을 나타내었으며, SHP 첨가시에 PAA보다 낮은 점도 값을 나타내었다.

Table 1. Mean particle size and BET of waste dross at different washing time and roasting

Sample	수세	배소	BET	mean particle size
A-1	O	O	6.61 m ² /g	20.622 μm
A-2	O	X	28.66 m ² /g	24.747 μm
A-3	X	O	4.6 m ² /g	69.048 μm
A-4	X	X	14.3 m ² /g	159.344 μm

Table 2. The chemical composition of aluminum waste dross (unit : wt%)

성분	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
	15.0	59.8	2.87	2.93	10.0	4.64	0.53	2.83

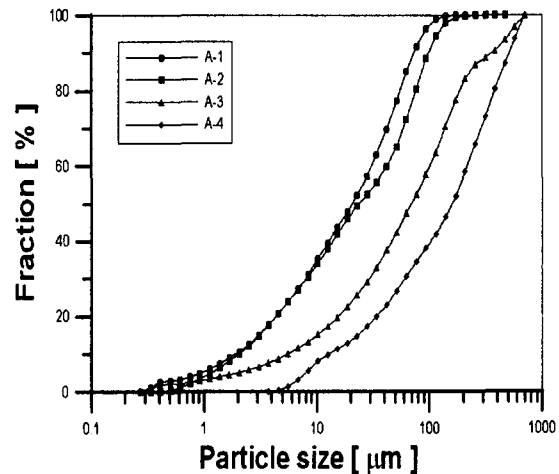
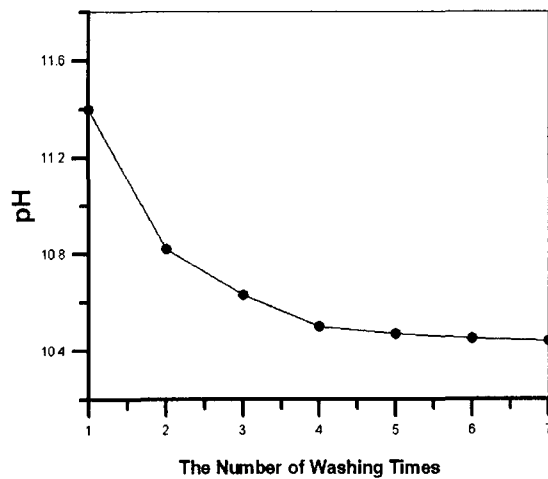


Fig.1 pH variation of Waste Dross at different washing times

Fig.2 Particle size of Aluminium waste dross

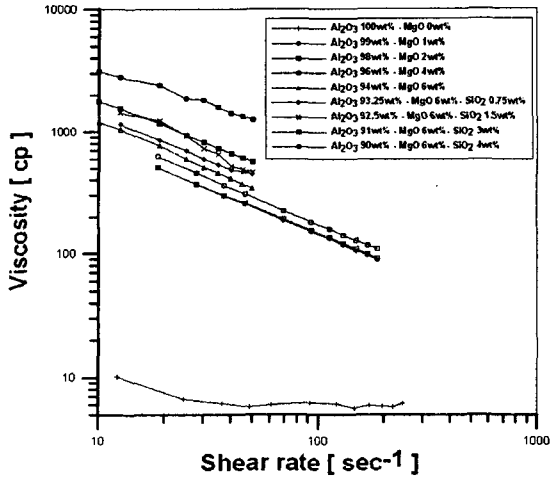


Fig.3 Viscosity of slurry prepared by alumina, magnesia and silica

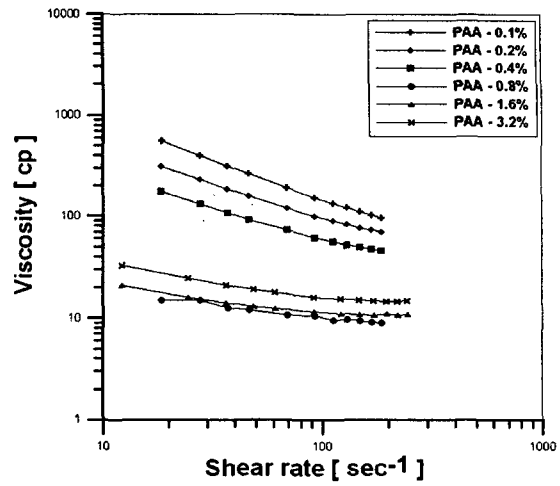


Fig. 4 Viscosity of slurry added PAA

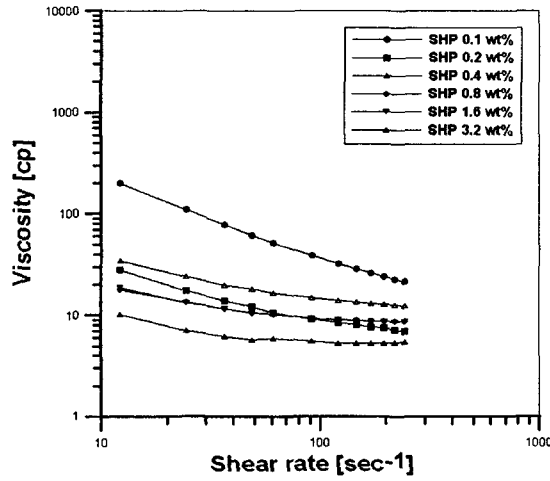


Fig. 5 Viscosity of slurry added PAA