

폴리규산류산알루미늄철의 합성

김성룡

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《강하천과 호수, 바다오염을 막자면 공장, 기업소들과 주민지구에서 나오는 산업폐수와 생활오수를 철저히 정화하여 내보내야 합니다.》

여러가지 생활오수 및 생산공정폐수정화는 환경오염을 막기 위한 기본방법의 하나이다. 최근에 물정화제로 많이 리용되고있는 폴리규산류산알루미늄철은 폴리규산과 알루미늄철류산염을 혼합하는 방법, 알루미늄철류산염과 물유리(규산나트륨)를 리용하는 방법, 류산세척폐액, 규산나트륨과 염화알루미늄을 원료로 리용하는 방법 등 여러가지 방법으로 합성하고있다.[1-3]

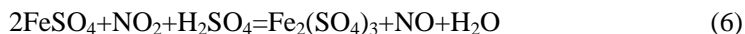
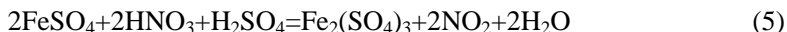
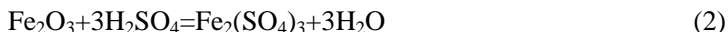
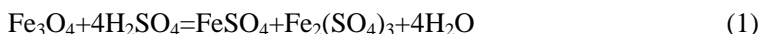
우리는 인쇄공정폐액(PS판재생폐액)으로부터 합성한 폴리류산알루미늄철과 물유리를 리용하여 정화제인 폴리규산류산알루미늄철(PAFSS)을 합성하고 최적조건을 밝혔다.

실험 방법

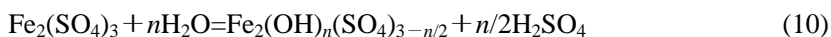
기구로는 교반기(《CJJ-931》), 방울깎때기, 반응플라스크, 페하메터(《METTLER TOLEDO》), 푸리에변환적외선분광기(《Nicolet 6700》)를, 시약으로는 합성폴리류산알루미늄철(PFAS), 물유리($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, 모듈 2.3), 질산(공업순)을 리용하였다.

PAFSS의 합성방법은 다음과 같다. 먼저 반응기에 15~20% PS판재생폐액 20L, 철폐설물(혹은 철 녹) 5.33kg을 넣고 20min동안 교반하면서 반응시킨다. 다음 여기에 30% 질산용액($\rho=1.18\text{g}/\text{cm}^3$) 1.87kg(1.58L)을 첨가하고 수증기를 불어넣으면서 55℃에서 3h동안 교반하면서 반응시킨다. 이때 진행되는 철폐설물의 산분해 및 산화, 가수분해, 중합반응은 다음과 같다.

산분해 및 산화반응



가수분해반응



중합반응

$$m[\text{Fe}_2(\text{OH})_n(\text{SO}_4)_{3-n/2}] = [\text{Fe}_2(\text{OH})_n(\text{SO}_4)_{3-n/2}]_m \quad (11)$$

다음 얻어진 생성물을 플라스크에 옮기고 교반하면서 물유리를 pH 2로 될 때까지 적하하여 폴리규산류산알루미늄철용액을 얻는다.

생성물분석은 푸리에변환적외선분광기(《Nicolet 6700》)로 하였다.

실험결과 및 고찰

폴리규산류산알루미늄철의 합성에 미치는 인자들가운데는 산농도, 반응온도, pH, 조성비 등 여러가지가 있다.

류산농도의 영향 반응온도 55°C, 반응시간 3h 인 조건에서 류산농도변화에 따르는 철폐설물의 산분해률변화는 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 류산농도가 증가함에 따라 철폐설물의 산분해률이 증가하다가 20% 이상에서는 그 변화가 비교적 완만하다. 그것은 류산의 농도가 너무 높을 때에는 철립자결면이 부동태화되므로 분해반응속도가 떨어지기때문이다.

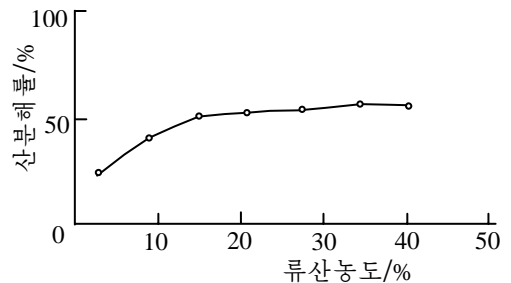


그림 1. 류산농도변화에 따르는 철폐설물의 산분해률변화

따라서 합리적인 철폐설물의 산분해률은 류산농도 20%이지만 현장조건으로부터 15% 정도로 보장하는것이 합리적이다.

반응온도의 영향 류산농도 15%, 반응시간 30h인 조건에서 반응온도에 따르는 철폐설물의 산분해률과 가수분해률변화는 그림 2와 같다. 그림 2에서 보는바와 같이 반응온도가 증가함에 따라 철폐설물의 산분해률은 증가하다가 60°C이상에서는 그 변화가 완만해진다. 한편 철폐설물의 가수분해률은 50°C 이상에서는 급격히 커진다. 따라서 합리적인 철폐설물의 산분해반응온도는 55°C이다.

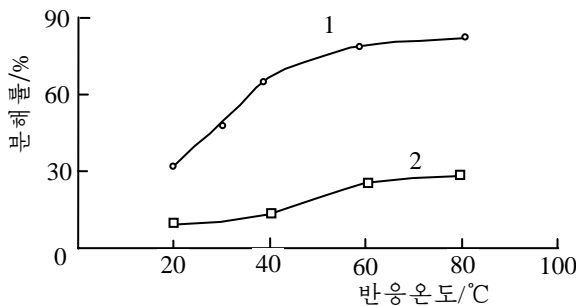


그림 2. 반응온도에 따르는 산분해률과 가수분해률변화

1-산분해, 2-가수분해

혼산의 영향 여러가지 산들가운데서 철폐설물의 산분해와 산화효과가 좋은 질산의 영향을 고찰하였다. 질산의 농도에 따르는 철폐설물의 산분해률변화는 그림 3과 같다. 그림 3에서 보는바와 같이 산분해액에서 질산농도가 증가함에 따라 철의 산분해률은 증가하다가 15% 이상에서는 그 변화가 비교적 완만해진다. 그것은 농도가 그 이상 높아져도 산분해에는 큰 영향을 주지 않기때문이다. 따라서 합리적인 질산의 농도를 15%로 정하였다.

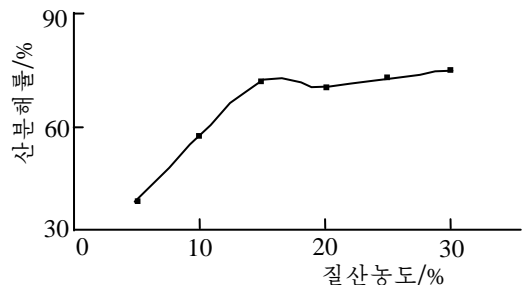


그림 3. 질산의 농도에 따르는 철폐설물의 산분해률변화

pH의 영향 폴리규산류산알루미늄철의 제조에 미치는 pH의 영향을 고찰한 결과는 그림 4

와 같다. 실험은 교반조건에서 폴리류산알루미늄철에 물유리를 적하하면서 용액의 pH에 따르는 염기도를 측정하는 방법으로 진행하였다.

그림 4에서 보는바와 같이 매질의 pH가 증가함에 따라 염기도는 증가하며 pH가 2.2 이상부터는 감소한다. 그것은 pH 2.2이상에서는 폴리류산류산알루미늄철에 들어있는 수산화철 침전량이 증가하기 때문이다. 따라서 합리적인 pH는 2.2이다.

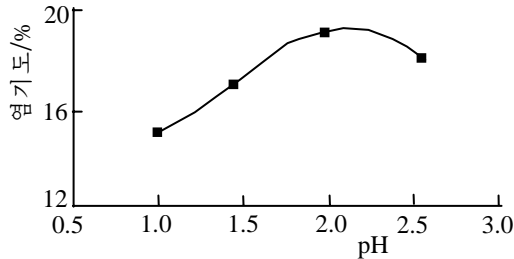


그림 4. PAFSS의 염기도에 미치는 pH의 영향

에서 SiO_2 을 넣으면서 주어진 조성비의 폴리류산류산알루미늄철용액을 얻고 그것의 pH 변화와 염기도변화를 측정하는 방법으로 진행하였다. 그림 5에서 보는바와 같이 폴리류산류산알루미늄철의 염기도는 규소 함량에 크게 의존하는데 1.5이상에서는 염기도가 떨어진다. 그것은 규소함량이 증가하면 매질의 pH가 높아지면서 철이 침전되기 때문이다. 따라서 폴리류산류산알루미늄철의 합리적인 조성비는 $x(\text{Al}) : y(\text{Fe}) : z(\text{Si}) = 1 : 1 : 1.5$ 이다.

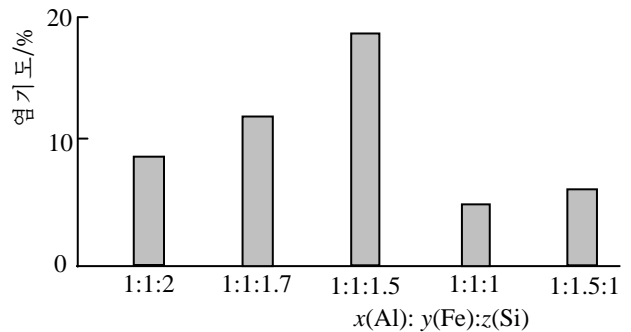


그림 5. $x(\text{Al}) : y(\text{Fe}) : z(\text{Si})$ 에 따르는 염기도의 영향
생성물의 구조분석 푸리에변환적외선 분광기(《Nicolet 6700》)로 생성물의 구조분석을 진행하였다.(그림 6)

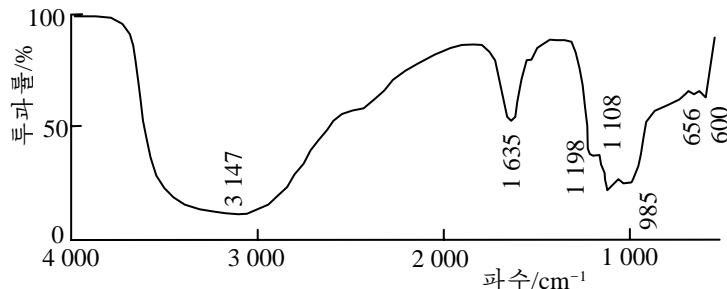


그림 6. 생성물의 적외선투과스펙트럼

합성한 생성물의 적외선투과스펙트럼모양과 주흡수띠들의 위치가 선행연구자료[2]와 비교적 잘 일치한다. 따라서 우리가 합성한 생성물이 폴리류산류산알루미늄철이라는것을 알 수 있다. 제조한 PAFSS에 대한 질지표는 다음의 표와 같다.

표. 제조한 PAFSS의 질지표

분류	지표				
	Fe_2O_3 함량/%	Al_2O_3 함량/%	SiO_2 함량/%	염기도/%	pH
생성물	8.14	10.38	13.5	19.2	2.2
수입PAFSS	8.24	10.28	13.7	19.7	2.2

표에서 보는바와 같이 생성물의 질지표는 수입PAFSS와 비슷하며 이것을 각종 폐수처리
리에 널리 리용할수 있다는것을 알수 있다.

맺 는 말

폴리규산류산알루미늄철을 합성하고 그것의 구조를 밝혔다.
합성조건은 pH 2.2, 반응온도 55°C, $x(\text{Al}) : y(\text{Fe}) : z(\text{Si}) = 1 : 1 : 1.5$ 이다.

참 고 문 헌

- [1] 王九思 等; 应用化学, 28, 1, 27, 2011.
- [2] 郑定成 等; 无机盐工业, 43, 2, 4, 2011.
- [3] 郑怀礼 等; 无机盐工业, 47, 2, 1, 2015.

주체109(2020)년 4월 5일 원고접수

Synthesis of Poly Ferric Aluminum Silicate Sulfate

Kim Song Ryong

The synthesis conditions of poly ferric aluminum silicate sulfate(PFASS) are as follows: pH is 2.2, $x(\text{Al}) : y(\text{Fe}) : z(\text{Si})$ is 1 : 1 : 1.5 and the reaction temperature is 55°C.

Keywords: PFASS, synthesis