

전기로제진먼지를 리용하여 제조한 폴리류산철의 폐수처리특성

장인애, 이정혁, 심래의

경애하는 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

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

최근 여러가지 새로운 형태의 무기고분자응집제들에 대한 연구사업이 활발히 진행되고있는데 여기서 현장도입가능성이 높고 우리 나라의 실정에 맞는 물처리제를 개발하는 것이 매우 절실한 문제로 나서고있다.

무기고분자응집제의 하나인 폴리류산철(PFS)은 다른 고분자응집제들에 비하여 제조원가가 낮고 응집특성이 좋으며 독성이 없는것으로 하여 최근 그것에 대한 연구가 주목을 끌고있다.[1-3]

우리는 폐설물로 버리던 전기로제진먼지를 원료로 하여 폴리류산철(PFS)을 제조하고 그것의 폐수처리특성을 밝혔다.

실험 방법

시료분석 전기로제강공정에서 나오는 제진먼지를 평균으로 취하여 건조로에서 건조시켜 시료로 리용하였다.

시료를 X선회절분석기(《Rigaku》)로 분석한 결과는 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 시료의 XRD도형은 X선분말회절도형자료기지 pcpdfwin 19-0629와 일치하였으며 따라서 제진먼지립자의 기본결정상은 자철광(Fe_3O_4)이라는것을 알수 있다.

전기로제진먼지를 화학분석한 결과는 표 1과 같다.

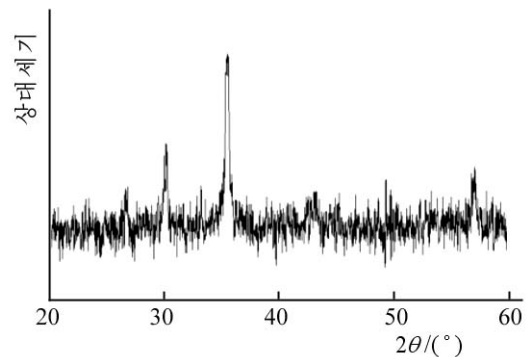


그림 1. 전기로제진먼지의 XRD도형

표 1. 전기로제진먼지의 화학조성

성분	FeO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	기타 잔사(SiO ₂ 포함)	흡착수	작열감량
함량/%	19.8	52.2	2.0	0.8	4.2	12.4	1.0	7.6

PFS의 제조 립도가 $70\mu\text{m}$ 이하인 일정한 량의 제진먼지를 반응기에 넣고 35% 류산을 고액비가 1 : 3 되게 첨가하였다. 산화제(질산)를 일정한 량만큼 첨가한 다음 충분히 교반시키면서 일정한 온도에서 3h동안 반응시키고 여기에 적당한 량의 제진먼지를 보충적으로 더 첨가하고 다시 2h동안 반응시켰다. 반응액의 pH가 1~2일 때 교반을 멈추고 반응물을 려과하여 PFS용액을 얻었다.

실험에서 PFS의 제조조건은 다음과 같다.[1]

류산농도 35%, 고액비 1 : 3, 반응온도 90°C , 반응시간 5h, 질산첨가량 10%(고체함량에 비하여), pH 1~2, $[\text{SO}_4^{2-}]/[\text{Fe}^{3+}]$ 물질량비 1.2~1.3.

PFS의 염기도측정 2g의 PFS분말을 0.001g의 정확도로 평량하여 250mL들이 비커에 넣고 여기에 HCl(20%) 25mL와 탈이온수 20mL를 넣은 후 마개를 막고 상온에서 10min동안 방치한다. 다음 NaF(4%) 20mL를 넣고 페놀프탈레인 5방울을 넣은 다음 NaOH표준용액(0.1mol/L)으로 적정한다. 분홍색이 30s동안 없어지지 않으면 적정을 끝낸다. 증류수로 공백실험을 하여 다음식으로 염기도를 계산한다.

$$B = \frac{0.0170(V_0 - V)C/17.0}{mX/18.62} \times 100 = \frac{0.01862(V_0 - V)C}{mX} \times 100$$

여기서 V_0 은 공백실험에서 반응한 NaOH표준용액의 체적, V 는 시료와 반응한 NaOH표준용액의 체적, C 는 NaOH표준용액의 농도, m 은 분취한 시료의 량, X 는 Fe^{3+} 의 함량(질량%)이다.

Fe^{2+} 의 함량 PFS용액을 분취하여 증류수로 희석한 다음 과망간산칼리움적정용액으로 산화환원적정한다. 적정끝점은 과망간산칼리움용액의 보라색이 더이상 없어지지 않는 순간으로 정하였다.

Fe^{3+} 의 함량 PFS용액을 분취하여 증류수로 희석한 다음 숄포살리칠산을 알림약으로 하여 EDTA적정법으로 Fe^{3+} 의 함량을 결정하였다. 이때 적정끝점은 알림약의 색이 보라색으로부터 누런색으로 넘어가는 순간으로 정하였다.

SO_4^{2-} 의 함량 PFS용액을 분취하고 20% 염산으로 희석한 다음 파잉의 염산성 BaCl_2 용액을 첨가한 다음 얻어진 침전물을 려과, 건조시켜 무게분석법으로 SO_4^{2-} 의 함량을 결정하였다.

적외선흡수스펙트럼측정 PFS용액을 증발농축하여 얻은 분말을 시료로 하여 적외선흡수스펙트럼을 측정하였다.

PFS용액의 폐수처리특성 실험에서는 B공장에서 나오는 염색폐수를 리용하였다.

폐수원액에 PFS용액을 일정한 량 첨가하고 120r/min의 속도로 1min동안 교반한 다음 방치하였다. 이때 폐수속에서 침전물이 완전히 침강하는데 걸리는 응집처리시간과 응집처리된 폐수의 흡광도를 분광광도계로 측정하였다.

일정한 량의 폐수에 각이한 량의 PFS용액을 각각 첨가하고 응집처리시간 및 흡광도변화를 동시에 측정하였다. 이때 얻어지는 흡광도변화로부터 흐림도제거률(%)을 다음식으로 계산하여 응집처리능력을 평가하였다.

$$\text{흐림도제거률} = (1 - A/A_0) \times 100$$

여기서 A 는 응집처리된 폐수의 흡광도, A_0 은 폐수원액의 흡광도이다.

실험결과 및 해석

PFS의 특성 여러가지 반응조건에서 제조한 PFS용액의 특성은 표 2와 같다. 이때 시료의 합성반응조건은 다음과 같다.

PFS(비교): 류산철(Ⅱ)로부터 촉매적산화법에 의하여 제조한 시료[2]

PFS(1): 침철광을 원료로 하여 제조한 시료

PFS(2): 전기로제진먼지를 원료로 하여 제조한 시료(산화제첨가 없음.)

PFS(3): 전기로제진먼지를 원료로 하여 제조한 시료(NaNO_2 을 리용한 촉매적산화)

PFS(4): 전기로제진먼지를 원료로 하여 제조한 시료(산화제 HNO_3)

표 2에서 보는바와 같이

전기로제진먼지를 원료로 하여

질산산화법으로 제조한

PFS의 특성이 제일 좋았다.

또한 철함량이 증가하는데

따라 점도와 밀도가 모두 증

가하였다. 이것은 전기로제진

먼지를 원료로 하여 질산산

화법으로 제조한 PFS용액을

물처리제로 리용할수 있다는것을 보여준다.

제조한 PFS의 적외선흡수스펙트르는 그림 2와 같다.

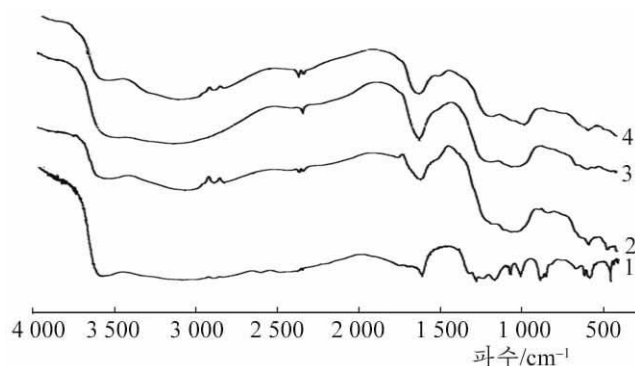


그림 2. PFS의 적외선흡수스펙트르

1-PFS(1), 2-PFS(2), 3-PFS(3), 4-PFS(4)

전비색계로 흡광도를 측정(주파장 540nm)하여 계산한 PFS응집제의 흐림도제거율은 표 3과 같다. 이때 류산알루미늄을 응집제로 하였을 때의 흐림도제거율과 비교하였다.

표 3. PFS응집제의 흐림도제거율

응집제종류	류산알루미늄	PFS(1)	PFS(2)	PFS(3)	PFS(4)
흐림도제거율/%	88.5	82.3	94.5	94.5	100

표 3에서 보는바와 같이 PFS를 응집제로 하는 경우 류산알루미늄의 경우와 비슷하였으며 PFS(4)의 경우 흐림도제거율은 100%에 달한다. 이것은 PFS의 응집처리속도가 매우

그림 2에서 보는바와 같이 PFS에서는 $3050 \sim 1500 \text{ cm}^{-1}$ 근방에서 O-H 신축진동에 해당하는 최대흡수띠가 나타났는데 이것은 류산철결정수화물(3380 cm^{-1})에서와 다르다. O-H신축진동에 해당하는 최대흡수파수의 이동은 O-H가 결정수속에 포함된것이 아니라 폴리류산철의 구조속에 함유된것과 관련된다.

PFS의 폐수처리특성 폐수를 PFS로 처리한 액을 각각 10배로 희석하여 광

빠르며 응집특성이 매우 좋다는것을 알수 있다.

또한 PFS(1)에 비하여 PFS(2)–PFS(4)가 보다 높은 응집처리능력을 보여주었다.

이상의 실험결과로부터 전기로제진먼지를 원료로 하여 제조한 PFS용액의 응집처리특성이 매우 좋으며 염색폐수처리에 리용할수 있다는것을 보여준다.

PFS(4)응집제의 첨가량에 따르는 응집처리시간과 흐림도제거율은 표 4와 같다.

표 4. PFS(4)응집제의 첨가량에 따르는
응집처리시간 및 흐림도제거율

PFS첨가량 /%	철농도 /(mg · L ⁻¹)	응집처리 시간/h	흐림도 제거율/%
0.01	3	2.0	30
0.02	6	2.0	50
0.05	15	1.5	95
0.10	30	1.0	95
0.20	60	1.0	100

표 4에서 보는바와 같이 PFS첨가량이 많아짐에 따라 응집처리시간이 짧아졌으며 응집처리특성도 높아졌다. 특히 PFS첨가량이 0.05%일 때 폐수속의 부유물질자들과 콜로이드립자들이 거의 모두 응집처리되었다.

이로부터 합리적인 PFS용액의 첨가량은 0.05%이며 이때 응집처리시간은 1~1.5h이다.

맺 는 말

전기로제진먼지로 제조한 PFS의 특성을 밝히고 염색폐수에 대한 응집처리특성을 연구하여 PFS용액이 류산알루미늄에 비하여 더 좋은 응집처리특성을 가진다는것을 밝혔다. 질산을 산화제로 하여 제조한 PFS의 특성이 제일 좋으며 B공장염색폐수에 대한 PFS용액의 합리적인 첨가량은 0.05%이며 완전응집처리시간은 1~1.5h이다.

참 고 문 헌

- [1] W. P. Cheng et al.; Water Research, 36, 4583, 2002.
- [2] 郑定成; 无机盐工业, 43, 2, 4, 2011.
- [3] 王九思 等; 应用化学, 28, 1, 27, 2011.

주체104(2015)년 3월 5일 원고접수

Waste Water Treatment Performances of Poly Ferric Sulfate Prepared by using Ash Collected from Electric Furnace

Jang In Ae, Ri Jong Hyok and Sim Thae Ui

We prepared ferric sulfate(PFS), a dying waste water treatment agent by using ash collected from the electric furnace. As the results of coagulative experiment for treating dying waste water, turbidity and chromaticity of PFS were much better than those of aluminum sulfate.

Adding amount of PFS on the dying waste water is 0.05% and coagulative treatment time is 1~1.5h.

Key words: dying waste water, PFS