

CT5) 제지슬러지 발산악취의 화학적 제거 방법에 관한 연구 A Study on the Chemical Odor Reduction Methodology of Paper-mill Sludge

노태목·김학민·이승현·김선태
 대전대학교 환경공학과

1. 서론

최근 들어 경제의 발전과 생활수준이 향상됨에 따라 악취는 소음과 함께 환경분야에 많은 민원을 야기하고 대기오염물질의 하나로 인식되고 있다. 특히 유황계 화합물을 대표하는 악취물질인 황화수소는 무색의 기체로써 부패한 계란 냄새가 나고 역치농도(Threshold Odor Value)가 0.00047ppm_v로 매우 낮은 농도에서도 취기를 감지할 수 있는 것으로 알려져 있다. 이러한 성질을 갖는 황화수소는 석유 화학공업이나 제지공업, 폐수처리장 그리고 폐기물 처리장 등에서 많이 발생하고 있다.

이에 본 연구에서는 황화수소를 포함한 유황계 악취 물질이 주성분인 제지 공장의 슬러지를 대상으로 하여, 과산화수소와 수산화나트륨을 이용하여 시료에 직접 투입하여 반응에 의한 저감과 기·액 접촉을 통한 유황계 화합물의 저감 정도에 대하여 비교 연구하였다.

2. 연구방법

본 연구에서는 제지슬러지에서 발생하는 황화수소를 포함한 유황계 물질의 저감을 위하여 과산화수소와 수산화나트륨을 이용하여 그림 1의 a와 같은 장치에 시료에 직접 투입하여 반응시키는 액상실험과, 그림 1의 b와 같은 장치로 슬러지에서 발생하는 가스를 액상에 접촉시키는 기상실험을 통하여 저감정도에 대하여 실험하였다. 슬러지는 원활한 교반을 위하여 증류수로 2.5배 희석하여 500ml을 사용하였고, Air의 공급속도는 2 L/min으로 공급하였다. 액상 실험에서는 시료에 과산화수소와 수산화나트륨을 각각 2%의 농도로 제조하여 15ml씩 주입하고 1분간 교반하여 반응시킨 다음 Air를 1분간 vent 시킨 후 GC로 분석하였고, 기상 실험에서는 슬러지에서 발생하는 가스를 50ml씩 넣은 임핀저를 통과시킨 후 GC로 분석하였다. 이때의 Blank는 증류수를 사용하였다. 분석에 사용된 GC는 FPD Detector가 장착된 SHIMADZU 14B 모델을 사용하였고, 컬럼은 β, β -ODPN으로 충전된 Packed Column을 사용하였으며 공정시험법에서 제시된 조건에 의해 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

본 연구의 실험 결과를 표 1과 표 2에 나타내었다. 액상 실험은 슬러지와 약품의 지속적인 주입이 없는 Batch type의 형태로 과산화수소에 의한 황화수소의 저감이 97.3%로 우수하게 나타났으며 메틸메르

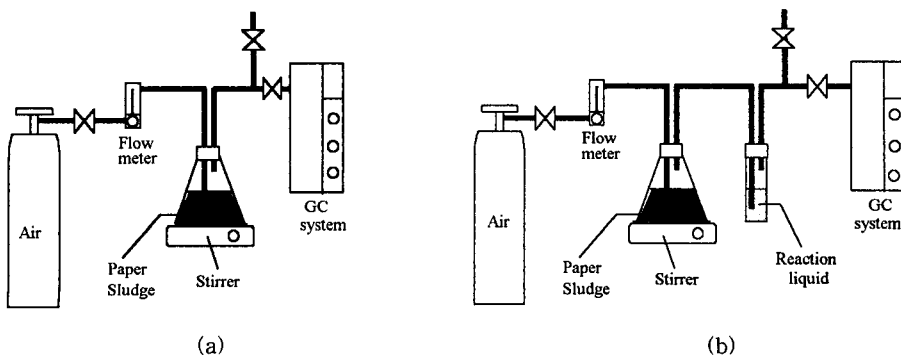


Fig.1. Schematic Diagram of L-L & G-L contact type for H₂S removal efficiency test

갑탄과 황화메틸에도 각각 55.5%와 24.8%로의 저감 효과가 있는 것으로 나타났다. 수산화나트륨은 메틸메르캅탄에 93.3%의 높은 처리 효과를 나타내고 있으나 황화메틸은 12.0%, 황화수소는 -0.75%로 저감 효과가 크게 나타나지 않았다. 그러나 기-액 접촉을 이용한 기상실험에서 수산화나트륨은 황화수소에 대하여 97.6%, 메틸메르캅탄은 99.9%로 높은 저감 효과를 보였으며 황화메틸은 보다 낮은 22.4%로 나타났다. 과산화수소는 기상 실험에서의 저감 효율이 모두 음의 값을 보였으나 실험에 의해 농도가 증가한 것이 아니라 Blank로 사용된 증류수에 의한 처리가 있었음을 의미한다. 따라서 기상 실험에서 과산화수소에 의한 저감효율은 거의 없는 것으로 판단된다. 이러한 악취물질이 취기 강도는 물질농도의 상용대수값에 비례하므로 액상실험과 기상실험에서 나타난 각 물질에 대한 높은 저감효과도 취기를 완전하게 처리한다고 할 수는 없다.

위와 같은 각 물질에 대한 반응 기작을 살펴보면 과산화수소수의 악취물질 제거반응은 산화반응으로 대상물질을 산화시켜 다른 물질로 변화시키는 원리를 이용하게 되며, 다음과 같은 반응을 통해 황화수소와 메틸메르캅탄 등의 악취가스를 제거하게 된다.



한편, 수산화나트륨의 악취물질 제어원리는 pH조정에 의해 얻어지는 반응에 의해 황화수소의 발산량을 줄이는 작용과 다음과 같은 반응을 통해 황화수소와 메틸메르캅탄 등의 악취가스를 제거하게 된다.



이와 같은 실험결과 과산화수소는 산화 반응을 위한 어느 정도의 시간이 필요하므로 기상에서의 반응은 어렵고 액상에서의 투입은 매우 효과적이라 판단된다. 또한 수산화트륨은 pH조정에 의한 효과는 기대할 수 있으나, 황화수소 제거를 위한 액상에서의 직접적이 투입보다는 기상 포집에 사용하는 것이 보다 효과적이라 판단된다. 따라서 슬러지에 직접 약품을 투입하여 취기유발물질을 근본적으로 제거하는 방법에는 일정한 한계가 있으므로 발산되는 취기물질을 만족할 만한 수준으로 제어하기 위해서는 슬러지 표면에서 발산되는 취기유발물질에 대한 처리가 반드시 필요하다는 것을 의미한다. 이에 제지슬러지에 직접 과산화수소를 투입하면서 표면에서 발산하는 취기를 수산화나트륨을 이용하여 제어하는 것이 가장 좋을 것으로 판단되는 결과를 얻었다. 또한 반응하고 남은 과잉의 과산화수소는 폐수내의 용존산소를 증가시키는 역할을 하므로 만일 후처리공정에서 생물학적 처리공법이 적용될 경우 부수적으로 얻는 효과도 있으리라 판단된다.

Table 1. Results odor reduction rate in the case of liquid and liquid contact

	H ₂ S (ppm)	Reduction rate (%)	CH ₃ SH (ppm)	Reduction rate (%)	(CH ₃) ₂ SH (ppm)	Reduction rate (%)
Blank	12.540	-	13.250	-	0.125	-
H ₂ O ₂	0.340	97.3	5.913	55.5	0.094	24.8
NaOH	12.629	-0.7	0.895	93.3	0.110	12.0

Table 2. Results odor reduction rate in the case of gas and liquid contact

	H ₂ S (ppm)	Reduction rate (%)	CH ₃ SH (ppm)	Reduction rate (%)	(CH ₃) ₂ SH (ppm)	Reduction rate (%)
D.W	10.297	-	6.074	-	0.085	-
H ₂ O ₂	12.545	-21.8	12.056	-98.5	0.099	-16.5
NaOH	0.250	97.6	0.001	99.9	0.066	22.4

참 고 문 헌

- Guy Martin & Paul Laffort (1994) 「Odor and Deodorization in the Environment」, VHC
 西田耕之助(1986) 「消・脱臭技術の 進歩と實務」, 綜合技術センター