

환경일반-P3 하수 슬러지 소각회의 고품화 및 재활용 방안 연구

이기환, 이태호, 전기석*, 한기석¹

공주대학교 자연과학대학 화학과, ¹쌍용중앙연구소

1. 서 론

1997년 환경부 자료에 의하면 하수 슬러지의 약 75.9 %가 육상 매립되고 있으며, 20.3 %가 해양 투기, 3.5 %가 녹생토 등으로의 재이용, 그리고 기타가 0.3 %로 하수 슬러지의 육상 매립이나 해양투기가 95 % 이상을 차지하고 있다. 그러나 하수 처리장에서 발생하는 슬러지는 2001년 1월부터 매립이 전면 불가하며, 해양오염방지법 적용에 따른 해양 투기도 불확실시 되고 있다. 그리하여 하수 슬러지를 소각하여 처리하는 방안이 국내 여건에 제일 적합한 것으로 사료되어, 소각시 발생하는 소각회의 안정적인 처리 문제가 해결되어야 할 사안으로 받아들여지고 있다. 따라서 본 연구는, 생활 하수 슬러지가 대부분인 충남 지역에서 발생하는 하수 슬러지의 물리·화학적 성질을 기초로 하여 소각회의 안정적인 처분과 재활용을 위한 가능성을 확인하여 하수 슬러지 소각회의 적절한 처분방안과 제반 문제점 등을 제시하고, 그 문제점들의 해결방안을 모색하였다.

2. 재료 및 실험 방법

하수 슬러지는 충남 지역에서 거의 모든 유입수가 생활 하수인 곳을 대상으로 2001년 1월 말경 맑은 날을 택하여 사업소를 직접 방문하여 탈수기에서 배출되는 것을 직접 채취하였다. 그리고 시료의 성상 변화를 방지하기 위하여 sample pack에 넣어 밀봉한 후 바로 운반하여 함수율과 강열감량을 측정하고 나머지는 통풍이 잘되는 그늘진 곳에서 건조하였다. 또한 건조된 하수 슬러지는 전기로에서 600℃의 온도로 완전 소각하여 소각회를 얻었다. 건조된 하수 슬러지와 소각회는 폐기물 공정시험법에 명시된 방법으로 중금속 용출 시험을 수행하여 ICP-AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy, JY-38Plus, Jobin Yvon, France)를 사용하여 분석하였다. 하수 슬러지와 소각회의 광물 조성 및 화학성분들은 X-ray Diffraction; XRD (PW1710, PHILIPS, NETHERLANDS)와 X-ray Fluorescence; XRF (PW1400, PHILIPS, NETHERLANDS)를 사용하여 조사하였다. 또한 소각회의 재활용 가능성을 알아보기 위하여 하수 슬러지 소각회를 사용한 소성 시편의 압축 강도 및 흡수율 등을 조사하였다. 한편 소각회의 중금속 고정을 위한 실험은 NaH₂PO₄, ALC (autoclaved light weight concrete) 및 Na₂SiO₃ 등을 일정 혼합비율로 첨가하여 소성 시편을 제작하고, 그 소성시편들과 하수 슬러지 및 소각회와 각각 비교 검토하였다.

3. 결과 및 고찰

본 연구에 사용되어진 하수 슬러지의 함수율은 약 80 % 정도였으며, 휘발성 고형물인 유기물 함량은 전체 고형물 함량의 약 50 % 정도로 관찰되었다. 또한 하수 슬러지의 광물 분석 및 화학 성분 분석을 통하여 주요 광물은 α -quartz (SiO_2)와 muscovite ($\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 그리고 albite ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$)였으며, SiO_2 - Al_2O_3 의 화학 성분들이 주요 성분으로 관찰되었다. 소각회에서는 하수 슬러지와 비슷하지만 고온형 albite와 hematite (α - Fe_2O_3)의 생성이 매우 특징적이었다. 또한 하수 슬러지 소각회의 재활용 가능성을 위한 압축 강도 실험에서는, 하수 슬러지 소각회만 사용한 것과 ALC를 10% 첨가하였을 경우 각각 950 °C에서 4시간 동안 소성하여 약 600 kg · f/cm²와 약 180 kg · f/cm²의 압축 강도를 얻었다. 한편 중금속 고정화에 관한 실험에서는 중금속의 지속적인 관리와 안정화를 위한 연구가 절실히 필요한 것으로 사료된다.

4. 요 약

본 연구는, 생활 하수 슬러지가 대부분인 충남 지역에서 발생하는 하수 슬러지의 물리·화학적 성질을 기초로 하여 소각회의 안정적인 처분과 재활용을 위한 가능성을 확인하여 하수 슬러지 소각회의 적절한 처분방안과 제반 문제점 등을 제시하고, 그 문제점들의 해결방안을 모색하였다. 그 결과 하수 슬러지의 함수율은 약 80 % 정도 되며, 유기물이 고형물의 50 % 정도로 관찰되었다. 그리고 비휘발성 고형물인 무기물은 SiO_2 - Al_2O_3 가 주성분으로 관찰되었으며, 주요 광물은 하수 슬러지가 소각 온도 및 소성 온도에 따라 변화하는 것으로 나타났다. 그리고, 이러한 변화는 소각회의 최종 처분시 고려되어야 하는 중요한 요인으로 작용한다. 또한 하수 슬러지 소각회를 사용하여 약 600 kg · f/cm²의 높은 압축 강도를 가지는 시편을 제작하였으며, 이는 하수 슬러지의 처분시 최종 부산물인 소각회의 적정 처리 방안에서 재활용의 가능성이 매우 높다는 것을 확인할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 공주대학교 자원재활용 신소재 연구 센터(RRC/NMR)의 지원 연구비로 수행되었으며, 이에 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

- 장복기, 오준성, 1995, 하수 슬러지의 연소재로부터 경량 골재 제조, 한국폐기물학회지, 12(1), 1-8.
- Lee, K. H., T. H. Lee, H. Y. Cho, and K. S. Han, 2000, Characteristics of Sewage Sludge, Its Incineration Ash, and Sintering Pellet, Bulletin of the Korean Environmental Science Society, 4(4), 215-220