

고화처리 개요

고화의 개요

고화란 고화제를 이용하여 폐기물 내의 유독물질을 차단 피막보호(Isolating or Encapsulation)를 하는 기술을 말하며, 안정화(Stabilization)란, 폐기물 내 유해성 오염물질의 용존성, 유독성 및 독성을 최소화하는 화학적 형태로 전환시켜 유해성을 감소시키는 방법이다. 안정화 및 고화는 처리공정상 동시에 이루어지기 때문에 대개의 경우 고화라는 표현으로 나타내고 있다.

고화(고형화)는 원래 방사성 폐기물을 처리하는데 사용되어 왔으며, 고화의 주요한 목적으로는 쉽게 운반할 수 있고, 오랫동안 저장하기 위한 적당한 고형물을 만드는 데 있다. 이러한 고형물은 오염물 노출의 가능성을 감소시키고, 분해되지 말아야 하고 또한 값이 싸고 쉽게 생산되어야 한다.

슬러지의 고화란 탈수케익 혹은 슬러지에 고화제를 첨가하여 슬러지의 물리·화학적 성상을 개선하고 최종 처분 시 작업능률의 촉진, 중금속류 등 유해물질의 무해화와 안정화를 도모하는 방법이다. 슬러지의 고화처리는 유해슬러지 중에 함유된 중금속 등이 환경 중의 매체(물)를 통하여 지하수나 토양 등을 오염시키지 않도록 무해화 또는 용출이 어려운 형태로 변화시킴으로써 환경오염, 운반이나 처분과정중 비산 그리고 침출수의 누출을 방지하는 것이다.

고화처리 반응원리

고화의 반응원리

고화의 반응원리는 사용되는 고화제에 따라 약간씩 차이는 있으나, 일반적으로 석회계에서는 흡수발열반응, 이온교환반응, 포졸란반응, 탄산화반응 등이, 시멘트계에서는 포졸란반응, 수화반응 등이 있다.



〈고화반응의 기본 원리 개념도〉

고화방법

고화 / 안정화 처리방법

유해폐기물의 최종처분, 안전의 목적을 갖는 많은 고형화/안정화 방법이 현재 사용되고 있거나 개발 중에 있고, 중금속 함유 슬러지인 경우, 주로 무기적 방법(Inorganic Processes)인 시멘트 기초법(Cement based Processes)과 석회 기초법(Lime based Processes)이 많이 사용되고 있으며, 우리나라의 유해폐기물의 처리 및 처분은 담당하고 있는 화성 유해폐기물 처리사업소의 경우에도 시멘트 기초법 (Coment based Processes)에 의해 중금속 폐기물 및 소각로 재를 고형화하여 안전매립하고 있다. 일반적으로, 최종처분을 위한 유해슬러지 고형화/안정화의 목적은 다음과 같다.

- 폐기물을 다루기 용이하게 함
- 오염물질의 손실과 전달이 발생할 수 있는 표면적의 감소
- 폐기물내 오염물질의 용존성(용해도) 감소
- 폐기물의 독성 감소

고화제의 종류

슬러지 고화에 사용되는 고화제는 무기성 고화제와 유기성 고화제로 나뉘어진다. 무기성 고화제로는 시멘트, 석회, 포졸란, 점토 등의 재료로서 비용이 저렴하고 구입이 용이하며, 유기성 고화제는 처리비용이 고가이나 수밀성이 매우 크다는 장점이 있다.

<유해오니의 고화 재료>

무기성 고화	유기성 고화
시멘트	Urea formaldehyde
석회/시멘트	Polybutadine
포졸란/석회	Polyester
포졸란/시멘트	Epoxy
점토/시멘트	Acrylamide gel
용해성 규산염/시멘트	Bitumen

<고화기술 특성비교>

무기성 고화	유기성 고화
비용 저렴	처리비용이 고가
물리화학적으로 장기적인 안정성 양호	수밀성이 매우 크며 다양한 폐기물에 적용 가능
다양한 폐기물에 적용 가능	최종 고화체의 체적 증가가 다양
고화재료의 구입 용이	미생물, 자외선에 안정성이 약함
상온 및 상압 하에서 처리가 용이	폐기물의 특정성분에 의한 중합체 구조의 장기적인 약화 가능
고화재료에 따라 고화체의 체적 증가 다양	방사성폐기물을 제외한 기타 폐기물에 대한 적용사례가 제한됨
수용성이 작고 수밀성이 양호	사업화된 처리법의 자료 빈약
양호한 기계적, 구조적 특성	고도의 기술이 필요하며 촉매, 촉진제 등에 유해물질이 사용됨

고화 / 안정화 처리방법의 종류

- 시멘트 기초법 (Cement based Processes)
- 석회 기초법 (Lime based Processes)
- 열가소성 플라스틱법 (Thermoplastic techniques-bitumen, parraffin and polyethylene)
- 피막형성법 (Surface encapsulation techniques)
- 자가-시멘트화법 (Self-cementing techniques)
- 유리화법 (Glassification) 등

이러한 폐기물의 고형화/안정화 기술은 특정 폐기물의 형태에 따라 적용도가 넓고, 다양하지만 대부분이 1차적으로 무기 폐기물에 가장 적당하다. 또한, 처리비용과 전처리가 요구되기 때문에 경제적으로 제약을 받기도 한다. 폐기물 고화 처리를 위한 방법 선택시 유의해야할 사항은 공정의 비용, 그리고 물질 부피의 증가, 처리 특성의 변화가 내포되어야 한다.

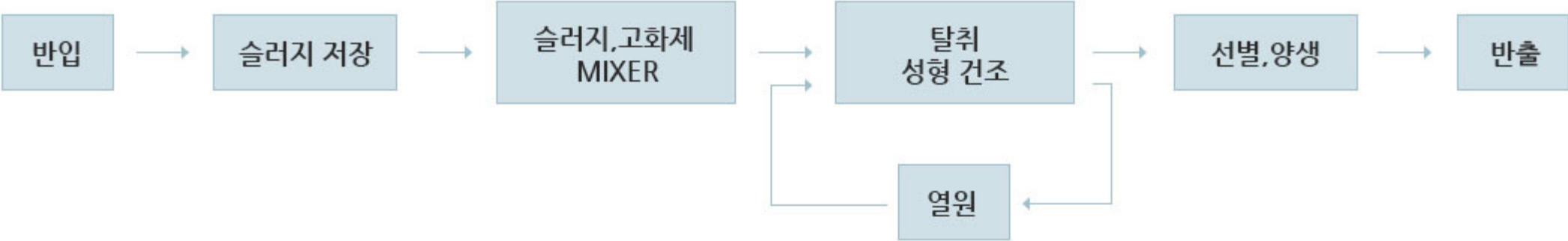
고화처리 장단점

슬러지 고화 처리의 장점

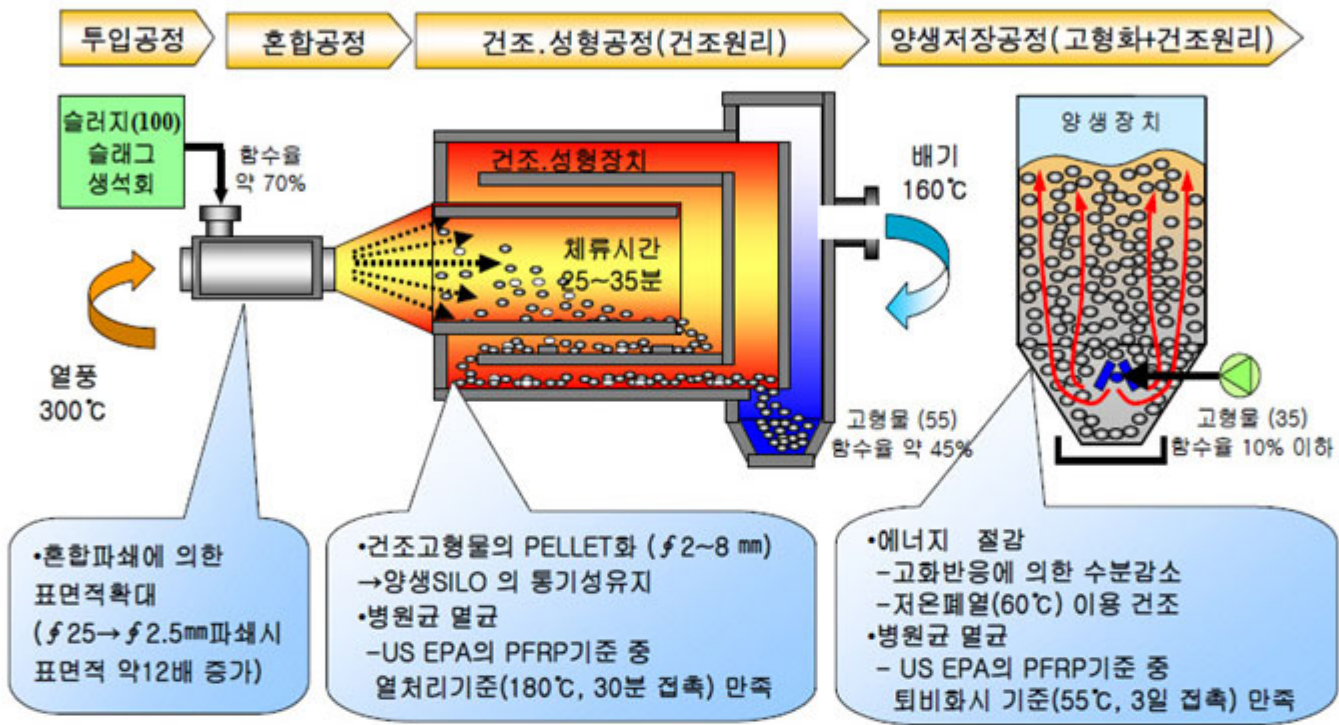
- 하수 및 정수슬러지 성상변화 적용성 우수
- 폐기물의 물리적 성질을 변화시켜 취급하기 용이한 물질을 만들
- 화학적으로 결합시켜 환경으로 이동(용해)저지가능
(폐기물 내 오염물질의 용존성 및 용해도 감소)
- 오염물질의 손실과 전달이 발생할 수 있는 표면적을 감소
- 건설자재, 매립지 복토재 등 재이용 가능성 높음
- 전반적인 환경영향이 적음
- 건설비 저렴

슬러지 고화 처리의 단점

- 열을 이용한 처리방안보다 처리주기 장기간
- 고화제 등 부자재 투입으로 감량효과 적음(총 고형물 중량 증가)
- 처리부산물 재이용 불가시 추가 처분비 소요
- 국내 설치사례 적음
- 고화물에 대한 시장 안정성 낮음
- 넓은 부지면적 필요
- 슬러지 고화에 대한 체계적인 시험/운영자료 등이 부족



〈슬러지 고화처리 기본 공정도〉



〈하수슬러지 고화 처리 운전 조건〉