무첨가식 하수슬러지 퇴비화 기술(HSC 공법)

곽노혁, 정경철, 최문갑
현대엔지니어링(주)
토건환경사업본부 환경부

Ⅰ. 서 론

HSC(Hyundai Sludge Composter) 공법은 슬러지를 호기성상태에서 미생물을 이용하여 퇴비화 함으로써 슬러지를 자연에 환원하기 적합한 안정한 부숙토로 변환시키는 위생적이며 환경적인 재활용 방법이다. G7환경공학기술개발 사업으로 연구를 시작하여 6년여의 연구개발 과정을 통해 팽화재 및 기타 첨가물 없이 슬러지를 퇴비화 시키는 공정을 확립하였으며 슬러지 퇴비화 기술로서는 최초로 환경신기술 검증 및 지정을 받았고 2004년 IR52 장영실상도 수상하였다. HSC 공법은 직면한 하수슬러지 재활용 및 자원화의 새로운 대안으로 제시되고 있으며, 경상남도 고성군 하수종말처리장에 일일 5톤 처리규모의 시설(2003년 11월말 준공)이 환경부로부터 슬러지 재활용 시범사업으로 선정되어 현재 운전 중에 있고 최근에는 문경시 점촌하수처리장 하수슬러지 처리시설(30톤/일)의 공법으로 선정되어 시운전중에 있다.

Ⅱ. 본 론

1. 개발 및 상용화 단계(1996년 ~ 2005년)

■ 기초 단계(가능성 검토 및 Lab-scale 실험 ; 1996년)

(1) 퇴비화 반응장치 설계를 위한 기초실험

■ 현장실증실험 단계(1톤/일 처리용량 Pilot Scale 장치 ; 1997년)

(1) Pilot Plant의 설계, 제작 및 운전을 통한 퇴비화의 적정성 검토

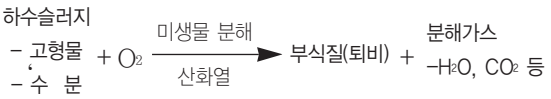
■ 상용화 단계(1998년 ~ 현재)

(1) 현장실증 운전을 통한 퇴비화
(2) 생산된 퇴비의 이용 용도 검토 및 퇴비질 평가를 위한 지표개발
(3) 실규모 플랜트의 설계 및 시공(5톤/일, 30톤/일)
(4) 국내 특허 등록 (1999년 ; 2건)
(5) 미국 특허 등록 (2000년 ; 1건)
(6) 환경신기술 검증(18호) 및 지정(15호) (2001년)
(7) 경상남도 고성군 하수슬러지 부숙화시설 공사 (2003년 ; 5톤/일)
(8) 국내특허 등록(2005년 : 4건)
(9) 경상북도 문경시 점촌하수슬러지 부숙화시설 시운전중 (2006년 ; 30톤/일)

2. 퇴비화의 원리

사업장폐기물의 하나인 하수슬러지는 분해가 쉬운 유기물을 많이 포함하고 있어 아래와 같은 미생물 분

해원리가 적용된다.



[그림 1] 호기성 퇴비화의 원리

위 [그림 1]은 일반적인 퇴비와의 원리를 나타내는 것으로 분해에 관여하는 미생물은 산소가 있는 곳에서만 활동이 가능한 호기성 미생물로서 유기물을 물과 이산화탄소 등으로 분해하며 생산물로 부식질이라는 퇴비를 남긴다. 이때 분해와 동시에 산화열이 발생하여 외부에서 온도를 가하지 않아도 온도가 50~60℃로 상승하고 유해균들이 사멸하며 동시에 하수슬러지 속에 들어있는 수분은 산화열에 의해 증발하게 된다.

3. HSC공법의 내용

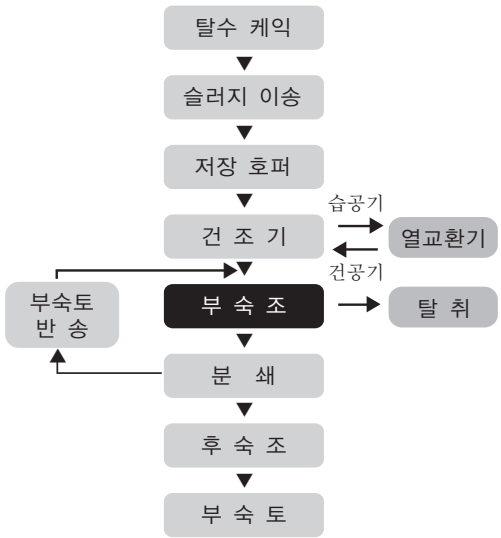
본 HSC 공법의 원리를 요약하여 설명하면 다음과 같다.

(1) 건조기 - 슬러지의 전처리

퇴비화에 적당한 함수율을 만들기 위하여 슬러지의 함수율을 60% 내외로 건조한다. 건조기의 형식은 교반기가 부착된 회전원통형으로서 내부에 설치된 리프트의 작동에 의해 드럼상부로 이송되어 낙하시 열풍과 접촉한다. 교반날개에 의해 발생된 새로운 슬러지면이 열풍과 접촉하면서 건조가 이루어지며 입자상의 건조된 전처리 슬러지를 배출한다. 이 과정에서 고온 열풍과 접촉을 통해 슬러지에 포함된 병원균 및 잡종자들은 완전히 사멸되어 위생적으로 안전한 상태로 바뀌게 된다.

(2) 부숙조 - 슬러지의 발효 및 숙성

부숙조는 수평원통형으로 다단의 반응기로 구성되어 있으며 부숙조1에서 슬러지는 약 8일 정도 체류 및 이송되면서 유기물의 분해과정이 이루어지는데 분해열로 인하여 부숙조1 내의 온도는 약 40℃이상으로 상승한다. 부숙조 2에서는 유기물분해가 계속됨에 따라 온도는 약60℃까지 이르게 되며 슬러지는 약 8일 정도 체류하면서 슬러지의 유기물분해가 거의 마무리되기 때문에 열발생이 거의 없게 된다. 부숙조의 각 원통은 일정한 회전주기로 슬러지를 뒤집어 최적의 퇴비화 상태를 유지하며 슬러지의 교반 및 이송작용을 한다.



[그림 2] HSC 공정도

4. HSC공법의 특징

(1) 모든 첨가제(미생물제재, 수분조절재)등 불필요

(2) 입형 다단형 원통형 장치

- 다단으로 이루어진 부숙조가 입형으로 디자인되어 소요부지 최소화

(3) 야적식 퇴비화에 비해 빠른 반응시간

- 3~4주가 걸리는 야적식 퇴비화에 비해 15일 정도의 빠른 반응시간으로 퇴비의 안정화 가능

(4) 각 단계별 분해 과정 최적화 및 조절 가능

- 부숙 과정이 구분되어 있어 단계별 최적화 운전 가능

(5) 부숙 온도 및 공기 공급량 제어로 균일한 최적 발효상태 유지
- 각각의 부숙조에 공급되는 공기량 조절로 최적의 미생물 우점화 상태 유지 가능

(6) 밀폐 회전형 드럼 부숙조 채택
- 이송을 포함한 전 과정이 밀폐되어 운전중 발생되는 악취의 제거가 용이

(7) 병원균 및 잡종자 사멸
- 55℃이상의 온도가 5일 이상 유지되므로 병원균 및 잡종자가 사멸

5. 5톤/일 HSC 장치 현황

(1) 시설명 : 고성군 하수슬러지 부숙시설
(2) 위치 : 경상남도 고성군 공공시설 사업소내
(3) 처리용량 : 5㎥/일
(4) 중량 감량율 : 80%
(5) 시설면적 : 272㎡(향후 증설 포함:10㎥/일)
(6) 공 사 비 : 11억원
(7) 운전유지비 : 32,000원/톤
(8) 탈수케익 및 생성 부숙토 성상분석 결과
- 탈수케익 경우 환경부 고시(2003-214호) : 부숙토 원료 기준 중 "가"등급 만족
- 생성된 부숙토의 경우 환경부 고시(2003-214호) : 부숙토 제품기준 "가"등급 만족

(단위:㎎/㎏)

구분 \ 항목	유기물 함량(%)	As	Cd	Hg	Pb
탈수케익	68.7	ND	2	ND	ND
부 숙 토	50.0	ND	1	ND	ND
부숙토 기준	25이상	50	5	2	150
구분 \ 항목	Cr	Cu	Ni	Zn	염분(%)
탈수케익	24	177	200	771	0.38
부 숙 토	19	121	14	395	0.3
부숙토 기준	300	300	50	900	1.0이하

[그림 3] 5톤/일 고성 부숙시설

. 결 론

본 기술은 별도의 첨가제 투입 없이 자체 생산된 반송퇴비를 이용하여 하수슬러지를 안정화 및 감량화시키는 기술로서 부자재를 사용하지 않음으로써 장치의 부피를 줄여 기존 및 신규 장소 어느 곳에도 설치가 용이하며, 80%이상의 높은 감량 및 감용율로 슬러지 처리에 가장 적합하게 개발된 시스템이다. 또한 생산된 부숙토는 취급이 용이하고 품질이 우수하여 토양에 시비될 경우 토양의 이화학성 및 물리성을 개선하는 측면에서 부산물 비료 중에서도 우수한 효과를 보이는 것으로 나타났다. 부숙 장치는 완전 밀폐형으로 이루어져 있어 악취의 포집이 용이하며, 이송장치에서 발생하는 분진과 악취를 동시에 처리하여 쾌적한 운전환경이 될 수 있도록 설계되었으며 모든 기기는 무인자동운전으로 가동되어 기존의 인력으로도 유지관리가 가능하도록 하였다.

※ 보다 자세한 사항은 현대엔지니어링(주) 토건환경사업본부 환경부(☎02-2166-8956)로 문의하시거나 홈페이지(www.hants.co.kr)를 참고하시기 바랍니다.