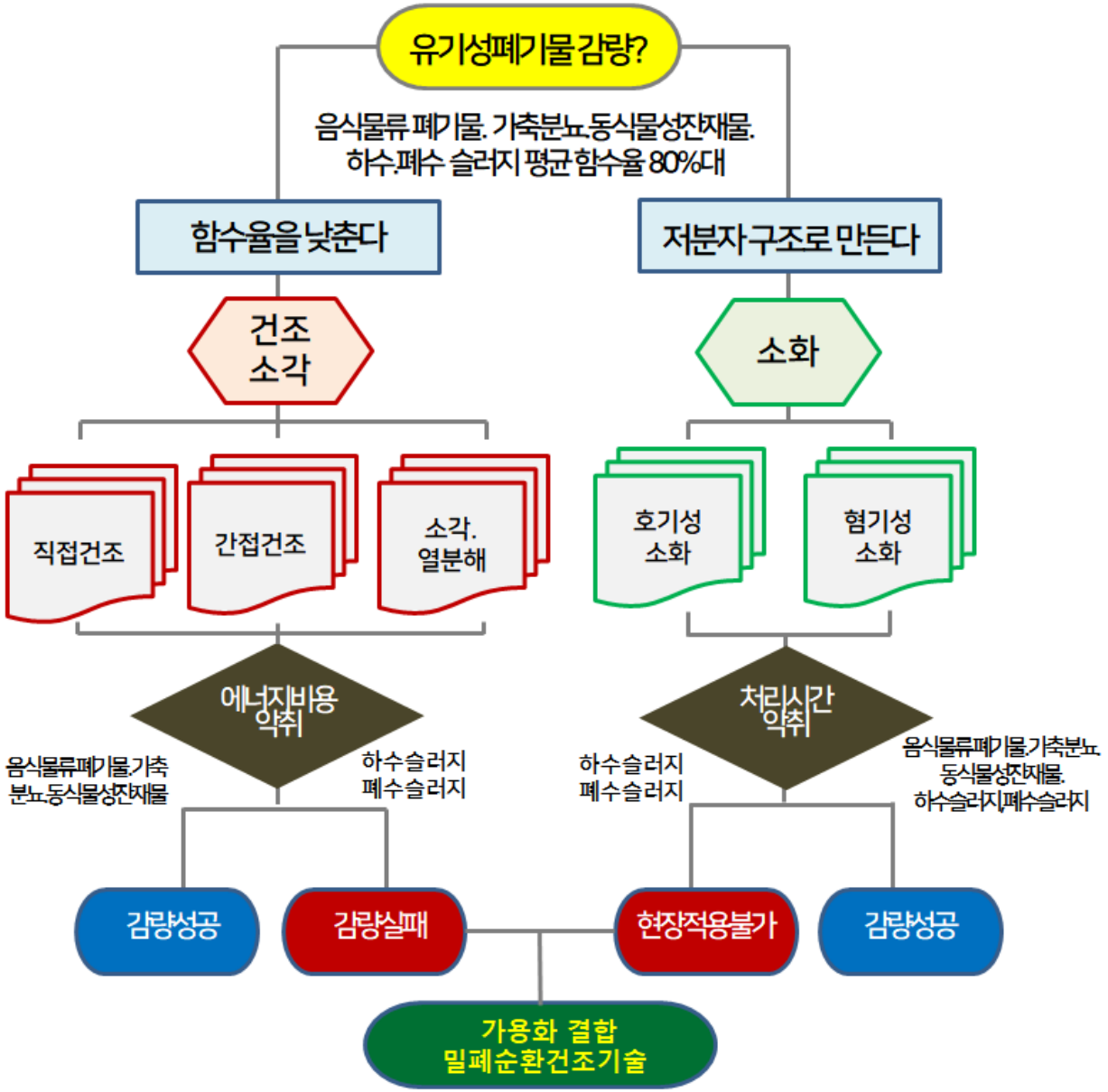
GREEN HAMMER

유기.무기성폐기물
감량 및 자원화 기술소개
(2019.07)

그린해머(주)

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means -electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise — without the permission of Green Hammer Inc.

들어가며



GREEN HAMMER

실패원인

하수.폐수 슬러지 건조 감량

감량실패

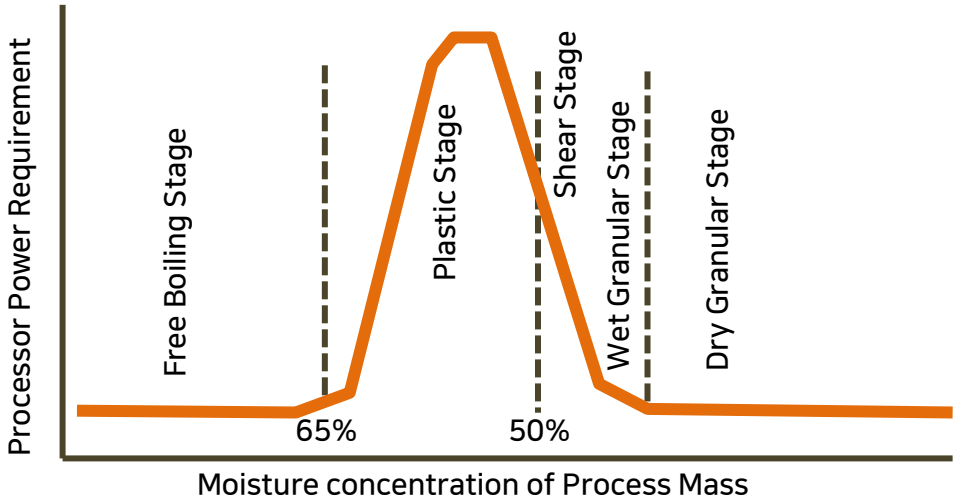
글루존현상
Glue-zone

슬러지 건조 시 함수율 65%~50%범위에서 점도가 갑자기 증가하는 현상으로 이 구간에서는 슬러지가 아교처럼 끈끈해지고 수분증발율도 현저하게 떨어지게 된다.

글루존 발생원인 물질

- 탈수 슬러지 내 활성슬러지
- 탈수과정에서 사용하는 고분자 응집제(폴리머)
- 탈수 슬러지에 포함된 유기성 응집물질 – 전분.당류.유분.레진 등.

Solution?



가용화 건조기술
Solubilization Dry Technology

*가용화(solubilization, 可溶化) :
용해도를 증가시키거나
용해가 가능한 상태로 변화 함.

GREEN HAMMER

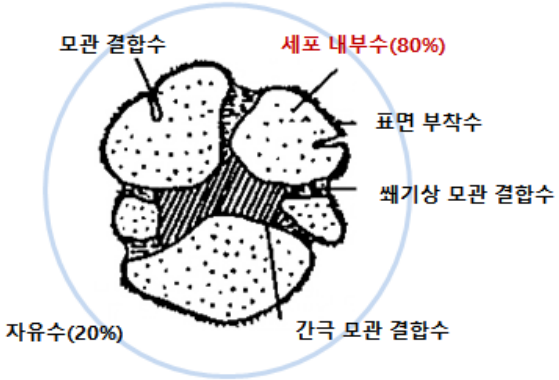
기술의 차별성

가용화?

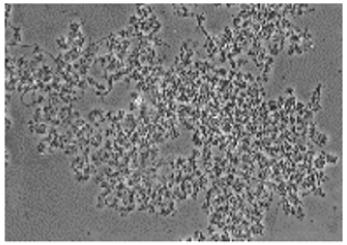
하수.폐수 처리과정에서 발생하는 최종 폐기물인 탈수(활성)슬러지를 효과적으로 감량하기 위해서는 활성슬러지를 구성하고 있는 세포벽 내 결합수의 용출을 통한 건조가 필수적인 요소이며 물리적인 방법(탈수기)으로 가능한 탈수 대상은 활성 슬러지의 약 20% 내외인 '자유수' 부분에 국한 됨.

세포벽 내 '결합수'의 용출은 전기분해, 오존, 초음파 등의 에너지 투입을 통한 세포벽 파괴 공법으로 가능하나, 현재, 대부분 전처리 공정에서 활용 되고 있으며 높은 에너지비용으로 최종 탈수 슬러지의 감량처리 적용에 한계가 있는 상황 임. 본 가용화 건조 공정에 투입되는 '가용화원료'는 활성 슬러지의 세포벽을 효과적으로 분해하는 공정을 통해 활성슬러지 세포벽을 분해(가용화)하여 결합수 용출을 통한 건조 및 감량을 실현함에 따라 기존 폐기물처리비용 및 감량 처리비용을 획기적으로 저감시키는 경쟁력을 확보함.

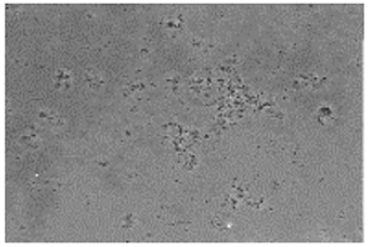
<활성슬러지,탈수슬러지 수분결합 상태 및 가용화 >



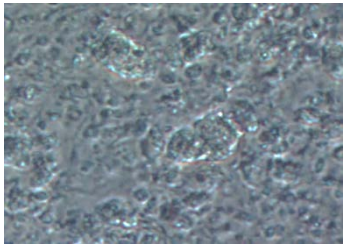
탈수 슬러지의 수분 결합상태



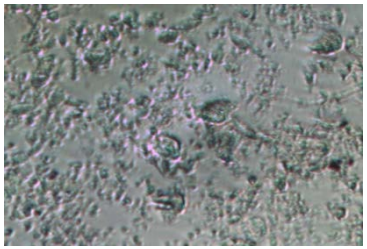
가용화 전 활성슬러지



가용화 후 활성슬러지



가용화 전 활성슬러지
(2016년 1월7일 H사
감량테스트 촬영)



가용화 후 활성슬러지
(2016년 1월7일 H사
감량테스트 촬영)

GREEN HAMMER

기술의 차별성

전처리 공정에서의 가용화

현재 하수.폐수 처리장의 전처리 공정에서 적용하고 있는 가용화 기술은
세포벽 파괴를 통해 결합수을 용해시켜 포기조로 반송시킴으로써 포기조 내 미생물에 의한 대사효율 증가, 혐기성소화시 소화요율 증가, 최종 슬러지 발생량 감소를 목적으로 적용되고 있으나 투입 설비,에너지 대비 낮은 경제성 및 가용화 효율로 최종 슬러지 발생량 감소목적 달성이 불가한 상황임.

▶ 현행 하수.폐수 활성 슬러지 가용화 전처리 기술

공법 / 항목	열가수분해	자기발열 고온호기성	오존산화	초음파
감량화 원리	고온, 고압의 증기로 세포막을 파괴하여 세포중합체(EPS) 를 용해시켜 미생물에 의한 유기물의 혐기성 소화효율을 증가시키고 바이오가스 증산 및 슬러지 감량	호기성 미생물에 의하여 유기물을 분해하고,발생되는 산화열을 이용하여 외부가온 없이 온도를 올려 유기물의 분해를 촉진	오존에 의하여 RBDCOD로 전환된 슬러지를 질소제거를 위한 유기 탄소원으로 활용하고, 나머지는 미생물에 의해 분해, 제거	초음파에 의해 슬러지 세포벽이 파괴되어 슬러지 내 탄소원이 방출되며, 방출된 탄소원은 후단의 소화조에서 혐기성 미생물에 의해 섭취되어 슬러지 감량
장점	-슬러지 저감효율 우수 -바이오가스 증가 -공정 중 병원균 사멸 -고형물 부하 대응성 -악취 감소	-기존 처리시설 설치가능 -소화조 가온열 재이용 -운전비 저렴	-기존 처리시설 설치 가능 -분해슬러지 유기탄소원으로 활용 -난분해성 물질 처리가능	-기존 처리시설 설치가능 -설치시공이 간편함 -운전 및 유지관리 용이
단점	-고가의 시설비 -운전상 주의 필요 (고압설비) -주로 중규모 이상의 하수처리장에 적합	-건설부지가 많이 필요 -가용화조에서 취기발생 -기존 소화조 이용성 낮음	-고가의 설비비 투입 -내식성 재질 사용 -높은 운전비용 -고도의 운전기술 필요	-유지관리 비용 -높은 에너지 비용 발생 (전력) -슬러지 혼합조 필요

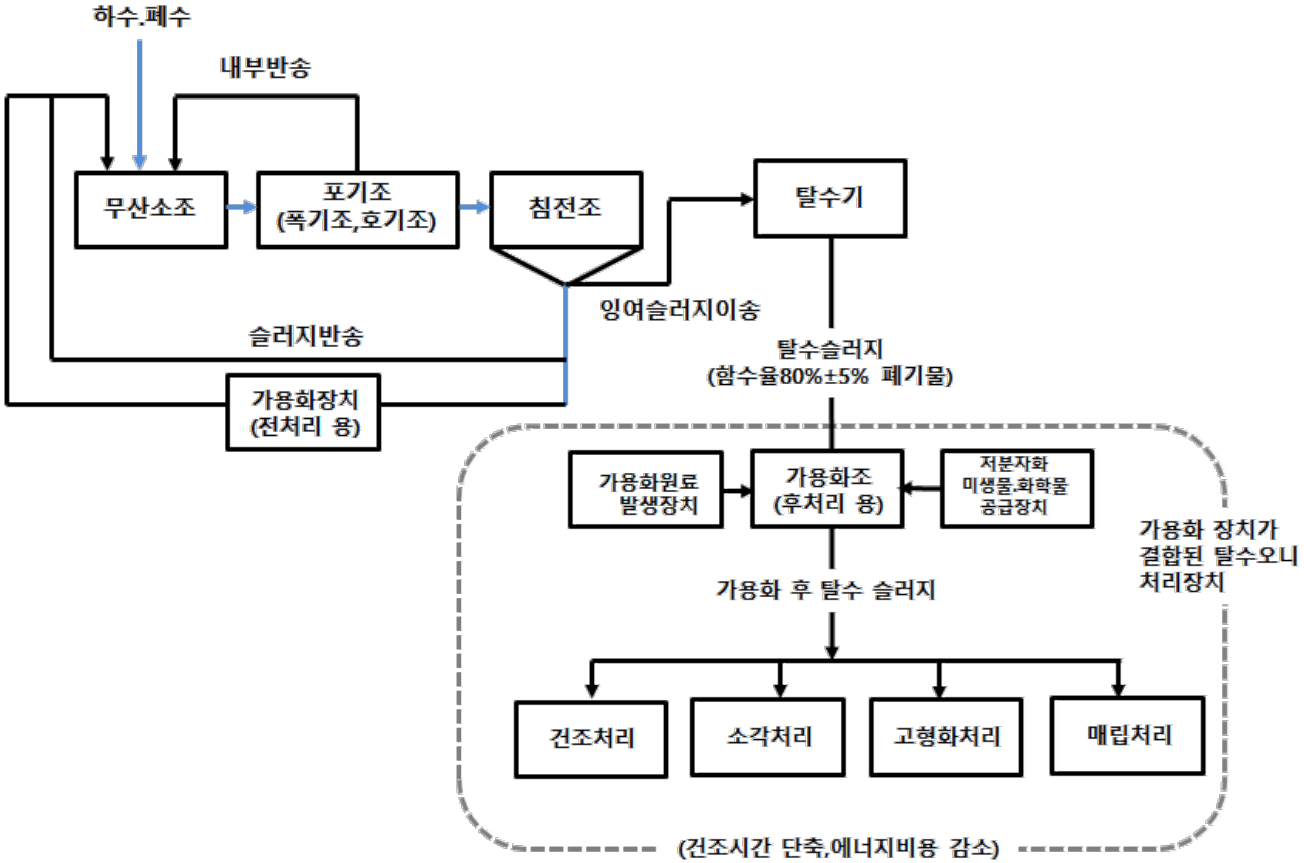
GREEN HAMMER

기술의 차별성

후처리 공정에서의 가용화

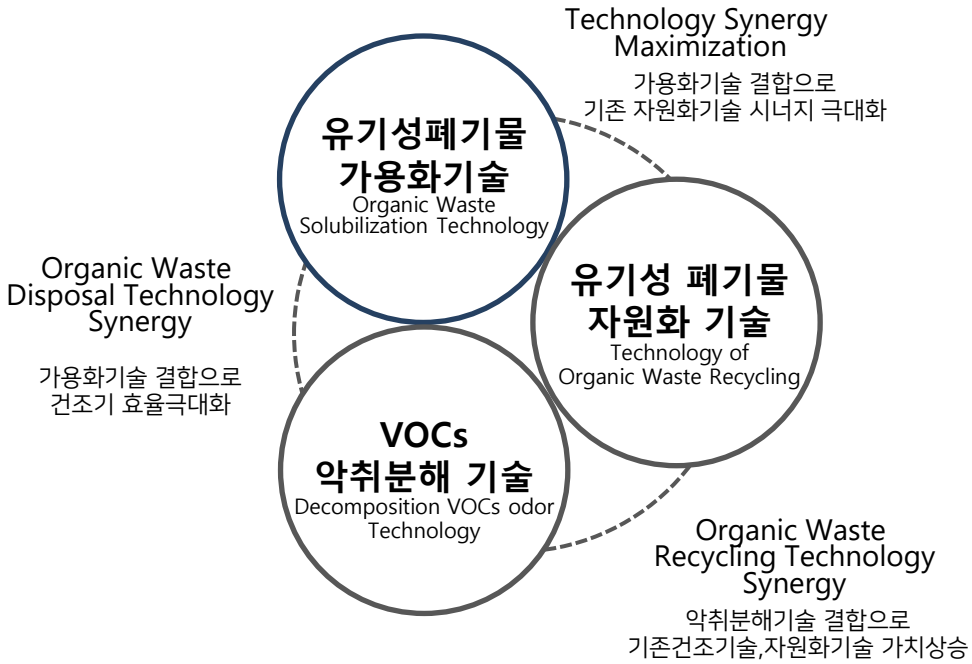
연속가용화 원료 공급방식의 가용화방식은 탈수오니 폐기물의 효과적인 감량처리 및 소멸을 목적으로 가용화(solubilization) 원료 연속 발생장치 및 탈수슬러지의 고분자 구조를 저 분자화 하는 생물학적, 화학적 가용화 장치를 통해 미생물의 단단한 세포벽을 파괴하고 미생물 내의 세포질과 결합수를 용출 시킴에 따라 별도의 약품비용 발생 없이 탈수오니 폐기물의 건조.소각 시 소비되는 에너지비용 및 폐기물처리비용을 획기적으로 저감시키는 기술로 정의 됨.

<탈수처리 이후 탈수슬러지 대상 연속 가용화장치 >



GREEN HAMMER

기술개요



보유 기술 개요

1)유기성폐기물 가용화기술(건조시간 단축.건조비용 절감.건조효율극대화) -특허출원 10-2018-0125858
(기존 건조기술,탈수기술과 결합 유기성폐기물 하수.폐수 슬러지 대용량 처리 문제,글루존 문제,건조효율 문제 해결)
2)휘발성유기성화합물(VOCs) ,유기성폐기물 악취분해 기술 - 특허정보원 기술보호 등록:2018020691
3)유기성폐기물 에너지화 기술(열분해 가스화,고형연료화)-실증완료

*가용화(solubilization, 可溶化) : 용해도를 증가시키거나 용해가 가능한 상태로 변화 함.

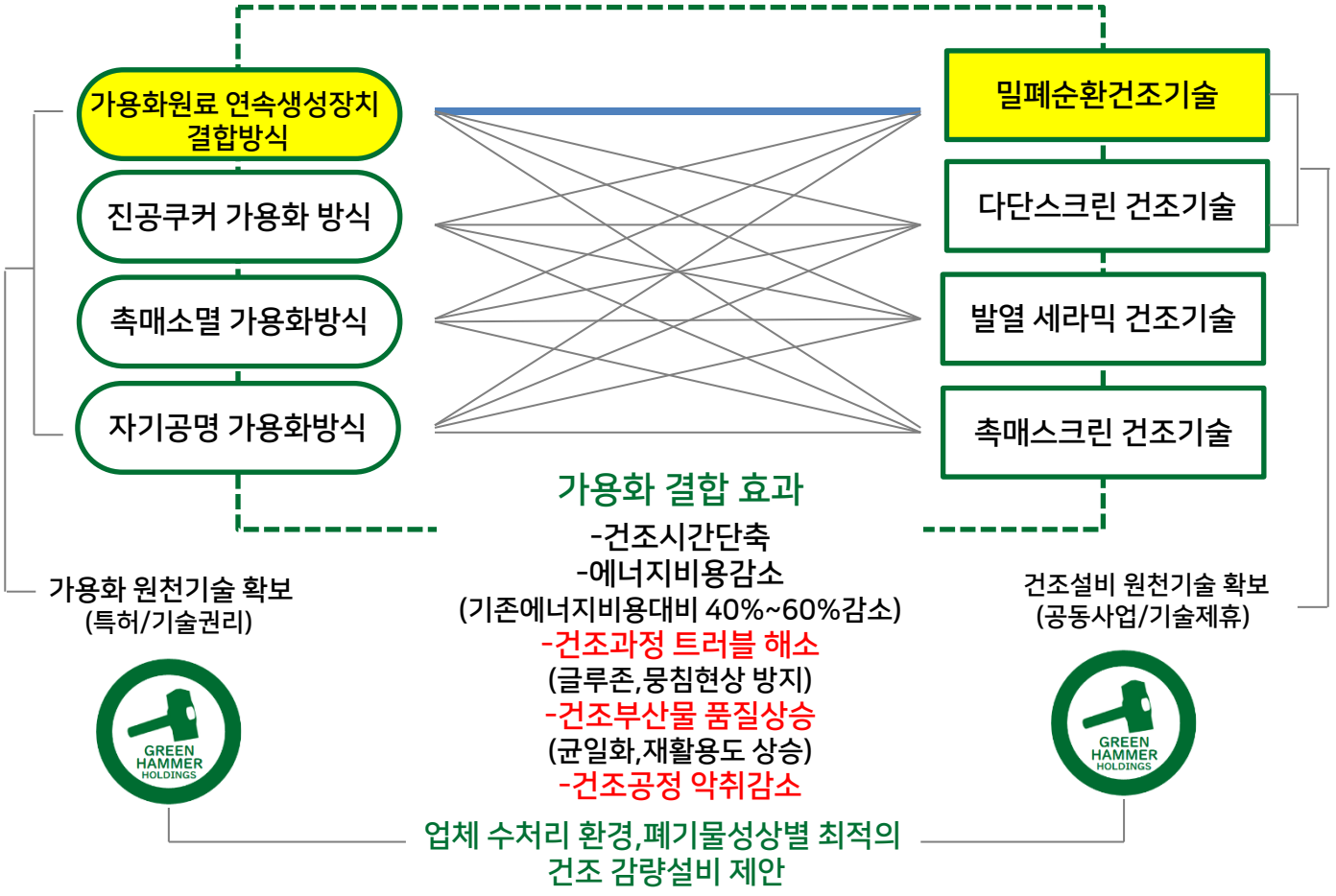
보유기술의 가치

유기성폐기물
탈수슬러지 가용화 기술

특허출원
10-2018-0125858
(가용화원료 연속공급장치가
부착된 건조설비)

유기성폐기물 후처리 공정의 '가용화 기술'은 기존 건조방식에 결합되어 에너지비용 및 건조효율을 극대화하며,
처리대상 유기성폐기물의 성상에 따라 가용화 원료 연속공급장치 결합모델 ,가용화 촉매 적용 또는
가용화조의 진공쿠커 기술적용 방식 등 유기성폐기물의 감량처리에 다양한 방식으로 응용 결합하여
기존 건조설비의 탈수슬러지 건조 한계 극복 및 다양한 유기성폐기물의 최적의 건조효율을 도출 함.

가용화기술의 응용결합



보유기술 가치

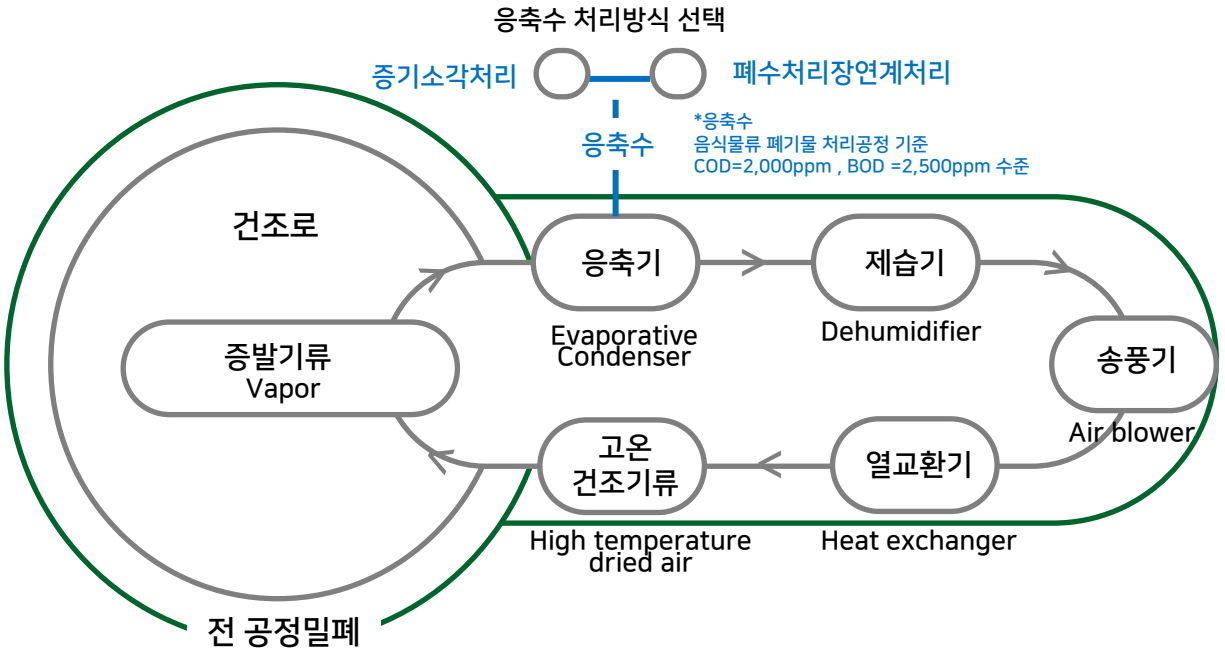
밀폐순환 건조기술

특허등록
제10-0724686호

GREEN HAMMER

'밀폐순환건조기술'은 건조과정에서 발생하는 증발기류를 밀폐된 경로에서 순환 건조 시킴에 따라
(건조로->응축기->제습기->송풍기->열교환기->건조로)
대상 폐기물의 수분을 빠른 시간(투입 함수율 85% 기준 8시간~9시간 이내 건조완료)에
함수율 10%선 까지 건조처리가 가능한 고속,고효율 건조성능과 함께 이로 인한
에너지 투입비용 최소화로 기존의 직.간접 열 건조방식 대비 50% 수준의 건조처리 비용 실현 기술.

전 건조 공정이 밀폐상태에서 처리되어, 악취발생에 대한 우려가 없는 친환경 건조기술로
지자체를 중심으로 한 상용화 완료 및 3년 이상의 무 하자 현장 운영 검증 완료 됨.



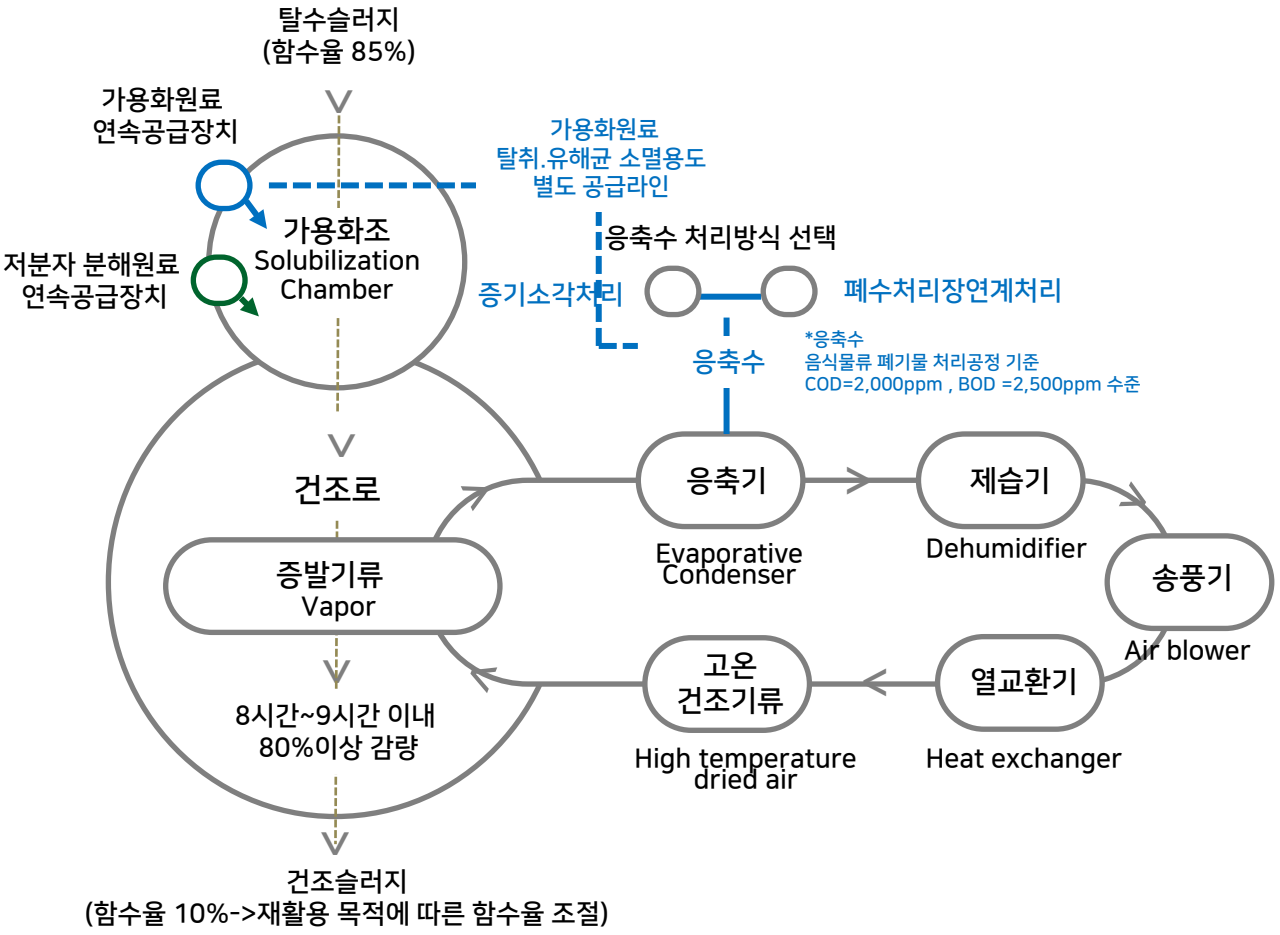
보유기술의 가치

가용화 결합
밀폐순환 건조방식
SACC
(Solubilization and Closed Circulation)

GREEN HAMMER

'가용화 기술+ 밀폐순환건조기술'은 기 검증된 고효율 건조공정인 밀폐순환건조 기술과 세포벽과 응집제로 인한 건조 에너지 투입이 배가 되는 하수.폐수 탈수슬러지 또는 고유기성 . 난분해성 폐기물의 건조 효율 극대화를 위한 가용화 및 저 분자분해 공정이 결합된 건조기술로 기존 건조방식에서 달성할 수 없었던 에너지절감. 글루존(glue zone) 해소,건조물품질향상,악취저감을 달성 함.

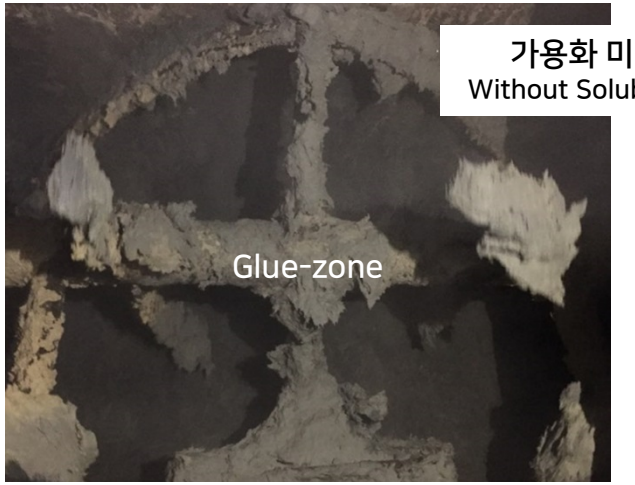
가용화기술+밀폐순환건조기술
공정개념도



보유기술의 가치

가용화 효과

OO제지 폐수(전분) 슬러지



OO제지 폐수(전분) 슬러지

GREEN HAMMER

보유기술 가치

유기성폐기물의 효과적인 감량 처리는 폐기물 처리비용 상승에 따라 그 필요성이 더욱 커지고 있는 상황으로
'가용화 건조기술'은 기존 일반 건조방식 및 발효방식을 통한 유기성폐기물 처리 한계로 지적되어온
에너지 투입비용 증가, 공정악취, 건조부산물의 재활용 가치 하락 문제를 해결할 수 있는 대안과
기존 건조.발효 방식과 결합하여 유기성폐기물의 종류 및 특성에 따른 대응방법을 제시하며
최적의 건조조건을 실현시킬 수 있는 기술적 가치를 지님.

<유기성폐기물 건조 처리효율 비교>

	장 점	단 점
일반건조방식 (직접/간접가열방식) (다단디스크/로터리킬른 열풍건조/반응기 등)	-빠른 건조시간 (시간당 5톤~6톤 처리가능) -높은 건조효율 및 감량률(90%이상) -처리대상폐기물 제한 없음 -외부온도.환경 영향 없음	-높은 에너지 비용(톤당 7~8만원 소요) -고온건조 시 유기물파괴-에너지화.퇴비화 제한 -처리 후 폐기물 재활용 제한 -단순 건조공정 상 건조악취 다량 발생
일반발효방식 (수직형 콤포스트/ 미생물처리기 등)	-낮은 설비가격 -낮은 운영비용 -설치면적 최소화(수직형,타워형 구조) -설비 단순. 유지보수 유리 -발효공정 특성상 사료화,퇴비화 유리	-발효효율 낮음-악취발생 및 부숙기간 소요 -20일 이상의 부숙기간-설비대형화 -부숙보조재 투입 비용발생(톱밥.코코피트 등) -외부온도.환경영향에 따른 낮은 발효안정성 -처리대상폐기물 제한(도축부산물처리 불안정) -현장적용 실폐 사례 다수 노출
유기성폐기물 가용화 건조기술 (Organic Waste Solubilization & Dry Technology)	-하수.폐수 탈수 슬러지 건조 감량 문제 해결 -밀폐순환건조기술결합을 통한 공정 악취 원천차단 -고효율 가용화 처리장치 결합으로 건조효율 증가 -에너지비용 절감(톤당 4만원 내외 처리) -슬러지 성상 별 맞춤 가용화 공정 제공. -건조시간 단축 ->1일 2회전 가능->설비규모 최소화 -기존 건조설비 결합 용이	-기존 건조.발효 설비가격대비 고가 -상용화 확대단계 기술로서의 낮은 인지도

GREEN HAMMER

밀폐순환건조설비

상용화 실적

태안군
환경관리센터
(2015년)
30톤/일 처리

-음식물류폐기물-

GREEN HAMMER

밀폐순환건조설비
상용화 실적

태안군
환경관리센터
(2015년)
30톤/일처리

-음식물류폐기물-

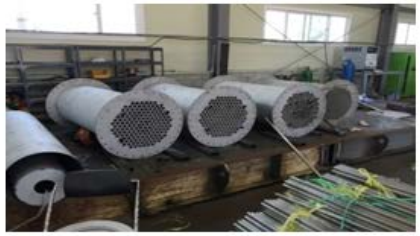
GREEN HAMMER

<밀폐순환건조설비 제작공정>

STEP 1 : 자재 구매 및 가공

STEP 2 :건조드럼 스팀자켓 제작

STEP 3 : 응축,제습기 제작



STEP 4 :교반축/리본스크류 제작

STEP 5 : 부품제작 완료 및 조립

STEP 6 : 건조기 이송

STEP 7 : 현장 조립 진행

STEP 8 : 보온 단열제 마감

STEP 9 : 설비 완료

밀폐순환건조설비
상용화 실적

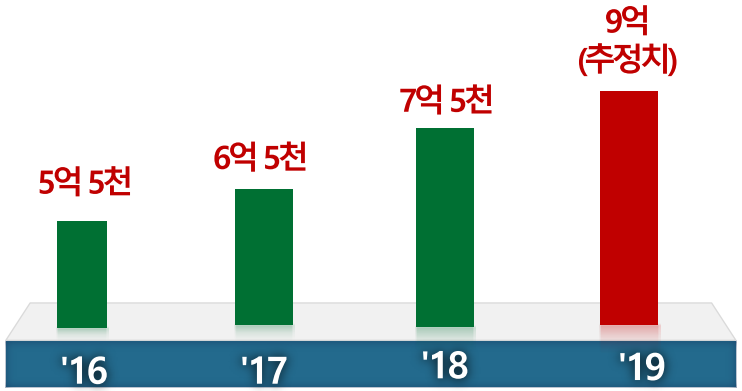
태안군
환경관리센터
(2015년)
30톤/일 처리

-음식물류폐기물-

GREEN HAMMER

설비 도입효과

- 기존 호기성 퇴비화 설비 대비 40%이상 비용 절감 효과.
- 악취로 인한 민원 해소는 물론 환경사업소 이미지 개선 및 위생성 제고(퇴비 부숙 과정에서 파리모기가 대량 서식했으나 원천 차단, 인근 주민에게 건조 고형분을 무상 공급하여 퇴비와 사료로 활용함에 따라 환경사업소 이미지 개선)



<태안군 환경관리센터 연간 예산절감 액>

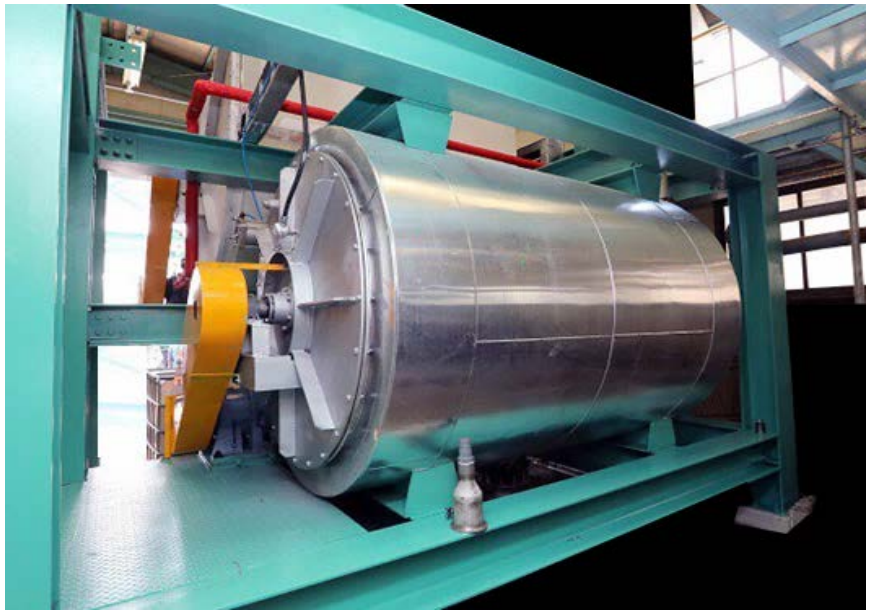
가용화 결합 밀폐순환 건조설비

상용화 실적

국도화학 시화공장
(2017년)
5톤/일 처리

-폐수 슬러지-

국도화학㈜ 익산공장,시화공장,부산공장의 폐수탈수 슬러지 감량 목적으로 2017년 7월 시화공장 내 폐수처리장에 5톤/일 처리용량의 가용화 (미생물가용화방식)감량설비 운영을 개시하였으며,
2018년 10월 현재 일 평균 감량률 86%(함수율20%/24시간 기준) 운영 중.
2019년 3월 현재 기존 미생물가용화방식 설비를 고효율
가용화 원료 연속공급 장치+밀폐순환 건조방식(건조시간 8시간 이내)로 개조 진행.



가용화공정 및 건조과정

가용화 결합 밀폐순환 건조설비

상용화 실적

롯데네슬레 청주공장
(2018년)
7톤/일 처리

-폐수 슬러지-

롯데네슬레 청주공장의 탈수 슬러지 처리목적 밀폐순환 건조 설비 설치
함수율 85% 수준의 탈수 후 슬러지케익을 12시간 이내 함수율 20%로 밀폐순환 건조감량 처리하여
감량률80% 수준 달성 목적으로 운영. 소각로의 폐열을 재활용하여 경제성을 높이고
스팀을 병행하여 운영할 수 있도록 설계 됨.

밀폐순환건조설비
상용화 실적

제주도
가축사체처리기

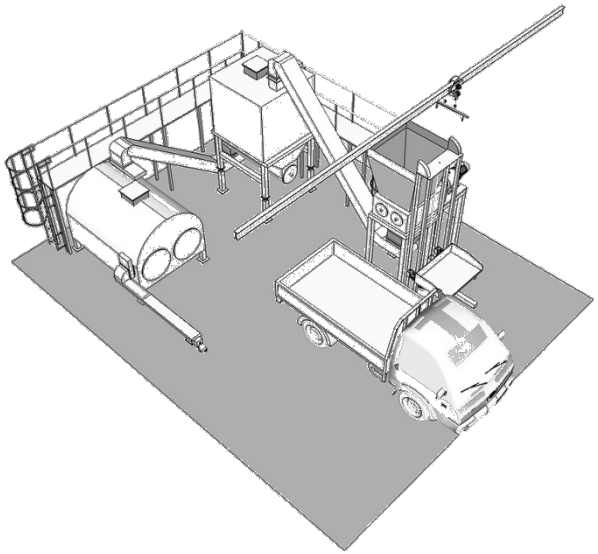
-가축사체-

횡성군
청정환경사업소
(2013년)
20톤/일처리

-음식물류폐기물-

GREEN HAMMER

<폐사축처리 공정개념도>



<폐사축처리 시스템(밀폐순환건조장치) 설치현장>

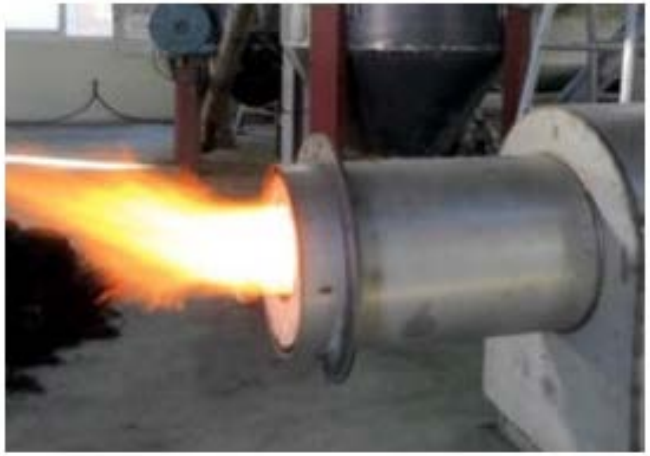
1톤 처리용량의 소형 폐사축처리기 운영을 통해 설치 장소 인근 30여 농가에서 발생하는
폐사축을 악취,2차오염 발생 없이 친환경적 처리를 진행하고 있으며, 해당 설비는
차량에 탑재하여 이동식으로 운영이 가능함에 따라 구제역,AI 발생 시 신속하고 위생적인 폐사축 처리를 통한
전염병의 확산 방지 및 매립처리로 인한 2차오염 발생을 차단할 수 있음.

유기성폐기물 열분해시스템

파일럿실적

음식폐기물과 하수 슬러지 등과 같은 유기성 고형 폐기물을 청정 연료화 하는데 있어서
열분해를 통해 순도 높은 가연성 가스를 생산하는 장치로 자체 개발되었으며,
'밀폐순환건조 설비' 처리 후 생성되는 건조부산물을 에너지 자원으로 전환이 가능 함.

유기성 고형분은 열분해를 통해 가연성 연소가스를 생산한 후 소량의 탄화물로 배출 됨.
건조시스템에서 유기성 슬러지를 건조한 후 가스화 시스템으로 이동시켜 열분해를 통해 가스를 생산하고,
생산된 가스를 건조기의 열원으로 사용하여 에너지 자립화에 의한 처리비용 절감이 가능 함.



*고형연료제품의 제조 원료는 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」시행규칙 별표1 제10호에
따른 폐기물로서, 음식물류폐기물은 이에 해당하지 아니함에 따라 고형연료제품 제조에 적법하지 않음.

GREEN HAMMER

테스트 사례
(가축분뇨)

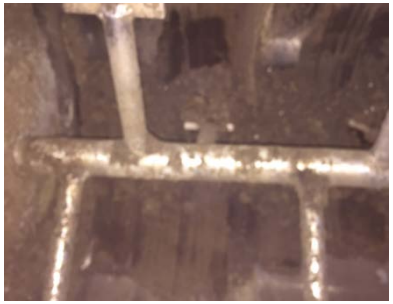
돈분과 돈뇨는 축산현장에서 병합처리하기에 어려운 부분이 있어, 돈분과 돈뇨를 분리 처리하는 과정에서 많은 어려움을 겪고 있으며 돈분의 경우 톱밥 또는 왕겨를 혼합하여 호기성 미생물을 이용해 현장에서의 감량이 부분적으로 이루어지고 있으나 후숙기간이 길어 악취문제 및 혼합 부산물의 비용 문제가 존재해 옴.

돈뇨의 경우에도 아직까지는 저 비용으로 농가의 부담이 최소화 되고 있으나 지자체의 경우 현장 수거 후 하수종말처리장에서 처리하는 과정의 비용부담이 가중되고 있는 실정 임. 가용화 결합 밀폐순환건조방식은 돈뇨와 돈분을 혼합 부숙제(톱밥,왕겨 등) 없이 최소의 에너지비용으로 병합하여 감량 처리가 가능함은 물론,가용화 분해과정에서 최종 건조물의 열량을 높이는 공정특성 상 감량 후 배출되는 최종 건조 부산물의 에너지활용도를 획기적으로 높일 수 있는 장점이 존재 함.

<M농장 돈분뇨 감량 테스트-감량율 88% >

돈분뇨 30kg 투입
2017년 12월24일 오후5시

밀폐건조 감량 진행
2017년 12월24일 오후7시



감량완료 3.6kg
2017년 12월24일 오후10시

*축산 농가에 소형 감량설비 운영이 가능하며, 가축분뇨의 발생 현장 감량,자원화를 통해 축산농가의 기존 분뇨 처리 장소 운영 면적을 감소시키고, 악취 및 비위생적인 농장환경을 개선함과 동시 지자체의 폐수처리장 운영 및 자원화 처리장 운영 비용을 해결할 수 있는 현실적인 대안으로 제안 됨.

GREEN HAMMER

테스트 사례
(폐수슬러지)

2019년 07월 현재 전국 주요 업체 및 지자체 하수.폐수.음식물 처리장 탈수 슬러지 가용화 건조감량 테스트 진행 현황

미생물 가용화 방식(구)

-동원F&B 수원공장
-매일유업 평택.청양.상하 공장
-샘표식품 여주공장
-필립모리스 양산공장
-한국제지 울산공장
-푸르밀 전주공장
-마니커 용인공장
-동아오츠카 청주공장
-국도화학 시화공장(납품)
-민속LPC 군위공장(납품)
-목우촌 음성계육/제천돈육 공장
-사조해표 인천.진주 공장
-롯데네슬레 청주공장
-무림제지 진주공장
-종근당바이오 안산공장
-하이트진로 이천공장
-김포하수처리장
-용인하수처리장
-수도권매립지 그린에너지개발

가용화 결합 방식(신)

-삼양사 울산1공장
-삼양사 인천1공장
-삼양화인테크놀로지(계약)
-삼양패키징 광혜원공장(계약)
-삼남석유화학(계약)
-국도화학 부산공장(계약)
-서울F&B 횡성공장
-올품 상주공장
-음성축산가공
-롯데네슬레 청주공장(납품)
-빙그레 김해공장
-CJ제일제당 남원공장
-CJ대한통운 폐기물처리센터
-온세미컨덕터코리아
-단석산업 군산공장
-아세아제지 시화공장
-연천청산폐수처리장
-대원(나염공장)
-영신물산(염색)
-신평염색사업협동조합
-서영주정 군산공장
-한국 솔베이
-팜스토리 한냉
-KCC 전주공장
-KCC 대죽공장
-롯데정밀화학 울산공장
-동두천염색사업협동조합(계약)
-동두천피혁사업협동조합
-연천염색사업협동조합
-시화염색사업협동조합
-한국제지 울산공장
-삼성전자 수원공장
-삼미산업 안산공장
-해태제과 횡성공장(예정)
-마니커 용인공장(2차 예정)
-동원F&B 수원공장(2차 예정)
-롯데케미칼 울산공장(예정)
-대상(예정)
-OB맥주 이천공장(예정)
-CJ푸드 음성공장(예정)
-남양유업(예정)

GREEN HAMMER