

KNF-
WASTE-02

우라늄 함유 유기성 고체폐기물 감용

원자력환경실 정병교

T. 042-868-1621 E. bkjeong@knfc.co.kr

원자력연료 가공시설에서 발생하는
우라늄 함유 유기성 고체폐기물의 무게와 부피를
최소화하기 위한 감용화 공정과 공정 중 발생하는
배기가스 및 폐액을 환경에 무해한 상태로
처리하는 환경 친화적인 기술임.

기술 내용

● 배경

- 원자력발전소 또는 원자력연료 제조시설 등 원자력 시설을 운영하면 다양한 형태의 방사성폐기물이 발생됨. 이 중에서 작업복, 장갑, 플라스틱, 목재 등 유기성 고체폐기물의 경우, 방사성 오염 수준이 낮지만 제염과 축적이 어려워 대부분의 원자력시설에서는 자체처분 대신 영구처분을 하고 있음. 그러나 영구 처분에 많은 비용이 소요되어 유기성 고체폐기물에 대한 부피감용 기술이 필요함. 소각의 경우 고온에서 유기성 고체폐기물을 획기적으로 부피감용 할 수 있지만 다이옥신 등 오염물질을 유발하는 단점이 있으며, 물리적인 압축의 경우 부피감용률이 현저히 떨어지는 단점이 있음. 따라서, 감용화 과정에서 환경에 영향을 주는 방사성물질 및 오염물질 방출이 없고 높은 부피감용률을 가지는 감용화 기술이 필요함.

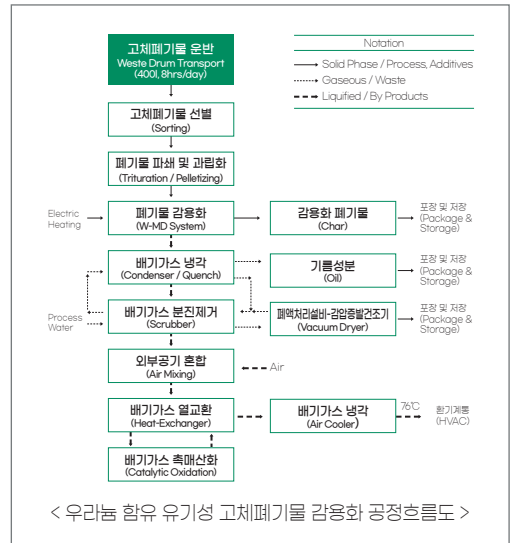
● 목적 및 필요성

- 방사성폐기물 발생량 증가에 따른 처분비용 증가로 경영부담 발생
- 획기적인 부피감용에 따른 방사성폐기물 관리비용 절감
 - 부피감용율 : 잡고체, 목재류 80% 이상, 합성물 50% 이상
- 환경 친화적 감용화 기술개발로 안전성 및 대 국민 수용성 강화

- 소각시설 대비 낮은 운전온도로 인해 다이옥신 및 질소산화물 발생이 없고 배기가스 발생량이 적어 설비의 안정적인 운영 가능
- 물리적 압축(Pelletizing)을 통한 감용물 추가 부피감용 가능
- 최종감용율 : 잡고체, 목재류 90% 이상

● 기술 구성

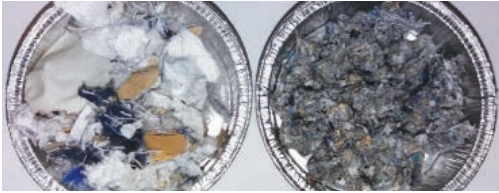
- 유기물(C, H, N, O)이 주성분인 유기성 고체폐기물을 무산소 환경에서 400~650°C의 열을 가하면 C가 주성분인 고체 물질의 감용화 폐기물(Char)과 H₂, CH₄, CO, VOCs 등이 포함된 배기가스가 발생함. 이 중 부피와 무게가 최소화된 Char는 방사성폐기물로 처리되며 배기가스는 처리설비를 통해 환경에 무해한 수준(환경기준치 50% 미만)으로 방출함.



● 파쇄 및 과립화 단계

- 균일한 열공급을 위해 유기성 고체폐기물을 4~20mm 크기로 파쇄

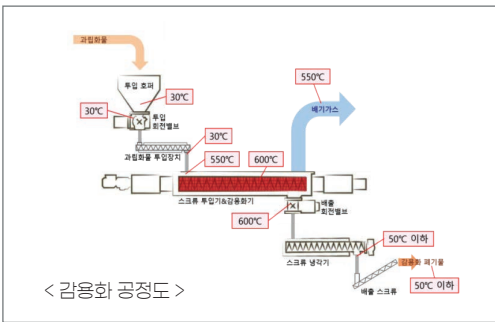
- 파쇄물의 부피감소, 원활한 이동, 열전달 효율 상승을 위해 0.2~0.4kg/ℓ의 밀도로 과립화



< 파쇄물과 과립화물 >

• **감용화 단계**

- 무산소 환경을 조성하기 위해 질소가스를 주입
- 무산소 환경에서 400~650°C 내로 운전이 되므로 연소반응은 일어나지 않음
- 전기에너지를 이용한 열전달 방식으로 내부온도는 조절이 가능하며, 폐기물의 투입량과 배기가스의 발생량을 바탕으로 처리속도를 자동으로 조절



< 감용화 공정도 >

- 고온의 부산물들은 고품질 분리기에서 배기가스와 감용화 폐기물(Char)로 분리되어 배출

< 감용화 폐기물(Char) >

(C₂H₄O₂)_n (면류, 종이류, 목재류)

-(CH₂CH₂)_n (폴리에스테르)

-(R-COO-R)_n (폴리엔탈렌)

(-CH₂-C(CH₃)=CH-CH₂-)_n (리텍스)

+ Heat Energy =

H₂

O₂

N₂

CO

CO₂

CH₄

C₂H₄

C₂H₆

C₃H₈

< 감용화 후 발생하는 배기가스 종류 >

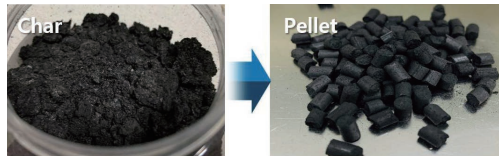
• **배기가스 촉매산화 단계**

- 배기가스 내 CO, H₂, CH₄, VOCs 등 가연성 물질을 촉매를 이용하여 산화반응 유도
- 산화반응을 통해 H₂O, CO₂로 변환되며, 환경에 무해한 상태로 최종 방출



• **감용물 추가 부피감용 단계**

- 별도의 첨가제 투입없이 물리적 압축(Pelletizing)을 통한 감용물 공극 및 전체 부피 저감



< 감용물 펠렛화 >

기술 우수성

● **기술특징**

- 높은 부피감용률의 감용화기술 적용에 따른 유기성 고체폐기물의 획기적인 저감(펠렛화 시, 90% 이상) 가능
- 무산소 환경에서 열분해함에 따라 발생하는 배기가스 양이 소각 대비 적고, NO_x, SO_x 발생이 없어 처리에 유리함
- 소각 대비 낮은 운전온도(400~650°C)로 인해 다 이옥신 발생이 없음
- 공정 운영 중 발생하는 배기가스 및 폐액은 환경기준치의 50% 미만으로 관리하며, 환경으로 방출을 최소화함

● **감용화 기술 적용분야**

- 원자력연료 가공시설 운영폐기물 중 유기성 고체폐기물 부피감용에 적용(현재는 물리적인 압축 수행)
- 원전 운영폐기물 및 해체폐기물 중 잡고체 부피감용에 적용

● **기대효과**

- 유기성 고체폐기물의 감용화에 따른 방사성폐기물 저장량 최소화로 원자력시설의 안정적인 운영
- 방사성폐기물 관리비용의 대폭 절감

기술 적용현황

- 우리나라 함유 유기성 고체폐기물에 적용하고 있음

제공 가능 품목

- 유기성 방사성폐기물 감용화 공정 및 2차 폐기물 처리 기술
- 감용화 공정 관련 절차 및 운영 지원

기술완성도 (TRL)

- 양산 및 초기시장 진입

사업 방향

- 기술 이전
- 라이선싱
- 공동 연구
- 용역 수행
- 기타