

## 가연성 알파폐기물 이송장치 및 그 이송방법 개발

조광훈, 이기원, 홍상범

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

ngwlee@kaeri.re.kr

### 1. 서론

베타 및 감마 오염 폐기물의 이송 및 취급에는 기밀유지가 반드시 필요한 사항은 아니지만 알파폐기물을 포함하는 가연성폐기물을 처리하기 위해서는 기밀유지가 반드시 필요하다. 이는 기밀유지를 통해서 작업자의 안전성과 작업 효율을 높이고, 여러 가지 형상으로 인한 이송 등의 악조건 속에서도 연속적으로 폐기물을 이송함으로써 작업 중 분진이 외부로 누출되는 것을 방지하고, 원하는 만큼 정량으로 가연성폐기물 처리장치에 투입하는 기술개발이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 다양한 조건하에서도 폐기물 처리장치에 폐기물을 투입할 때 작업자의 안전성과 작업 효율을 높이기 위한 장치 및 이송 방법 등을 제시하였다.

### 2. 본론

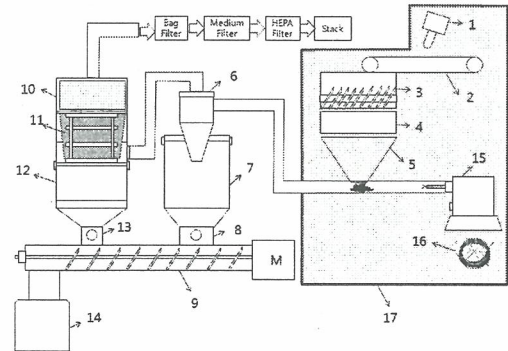
#### 2.1 장치개요

일반적으로 가연성폐기물을 감용처리하기 위해서는 폐기물을 이송하기 위해 컨베이어 벨트 형식이나 체인에 의해서 처리장치의 투입구로 처리대상을 이송하게 된다. 그러나, 이러한 방식은 오픈 형태로 되어 있기 때문에 폐기물을 처리장치로 이송하는 하는 경우, 베타 및 감마오염 폐기물의 경우 큰 상관없이 있으나 알파폐기물이 포함된 폐기물을 처리할 경우 이송 중 미세분진의 날림현상이 발생할 수 있다. 이에 따른, 작업자의 호흡으로 인한 흡입 가능성이 있어 작업자에게 위해를 가할 수 있으므로 원자력선진국에서는 이에 대한 규제가 심하다. 또한, 철심에 의한 이송의 경우에도 굴곡 등이 많아 접촉으로 인한 하중이 많이 생기는 경우에는 작업 능률이 저하되거나 끼임 현상이 발생하기도 한다. 따라서, 밀폐된 형태에서 안전하게 폐기물을 소각로에 투입하는 장치의 개발 필요성이 대두되고 있다. 이와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 논문에서는 알파폐기물이 포함된 폐기물을 분쇄하고 분류하며

분쇄 및 분류과정에서 미세분진의 날림을 차단하도록 밀폐되게 구성하고, 분쇄되고 분류된 폐기물이 굴곡을 가진 이송관에서 자동으로 연속적으로 이송될 수 있도록 장치를 개발하였다.

#### 2.2 장치 구성

알파폐기물이 포함된 폐기물을 이송하는 장치는 알파폐기물이 포함된 폐기물을 분쇄하고 분류하며, 분쇄 및 분류과정에서 미세분진의 날림을 차단하도록 밀폐되게 구성되는 전처리부를 포함하며, 전처리부를 통해 전처리된 폐기물을 이송관을 통해 이송하여 필터링하고 감용 처리한다. 또한, 굴곡을 가진 이송관에서 분쇄 및 분류의 전처리된 알파폐기물이 포함된 폐기물이 이송되기 위한 이송력을 제공하는 흡입팬을 구비하는 후처리부를 포함하며, 후처리부에서 폐기물을 최종 여과한 후 감용 처리한다. 이에 대한 처리개념도를 그림 1에 나타내었다.



- |               |             |
|---------------|-------------|
| 1. 방사선계측기     | 2. 컨베이어     |
| 3. 분쇄기        | 4. 분류기      |
| 5. 투입구        | 6. 사이클론     |
| 7. 포집용기 1     | 8. 전자 밸브 1  |
| 9. 이송장치       | 10. 자주식 흡입팬 |
| 11. 여과포       | 12. 포집용기 2  |
| 13. 전자 밸브 2   | 14. 처리장치    |
| 15. 막힘 제거기    | 16. 스프링     |
| 17. Glove Box |             |

Fig. 1. 알파폐기물 이송장치 개념도

### 2.3 상세구동

폐기물 이송 및 처리장치는 설치된 1차 분쇄기에 거칠게 분쇄되며 분류기를 통해 조밀하게 분쇄 및 분류된다. 분쇄 및 분류과정에서 미세분진의 날림을 차단하도록 밀폐되게 구성되는 전처리부 및 전처리부로부터 이송관을 통해 이어지며, 전처리부를 통해 전처리된 폐기물이 굴곡을 가진 상기 이송관에서 이송되기 위해 이송력을 제공하는 흡입팬을 구비하는 후처리부가 설치되었으며, 후처리부에서 폐기물을 여과하여 최종 처리장치에 투입하게 된다. 여기에서, 전처리부는 폐기물을 이송시키는 컨베이어, 전처리 컨베이어에 의해 이송된 폐기물을 분쇄하는 분쇄기, 분쇄기로 분쇄된 폐기물이 투입되어 상기 이송관으로 배출되는 투입구 및 전처리 컨베이어, 분쇄기, 및 투입구를 외부와 차단시키도록 밀폐하고, 내부로부터 이송관이 외부로 연장되어 통과된 밀폐부재를 포함하도록 한다. 아울러, 전처리부는, 밀폐부재 내에 배치되며, 전처리 컨베이어에 의해 이송되는 폐기물의 방사성 농도를 측정하는 방사성 계측기를 포함하며, 측정된 상기 폐기물의 방사성 농도가 기준치 이하인 경우에만, 상기 전처리 컨베이어와 분쇄기가 운전되는 것이 바람직하다. 나아가, 전처리부는 밀폐부재 내에 설치되며, 분쇄기를 통해 분쇄된 폐기물을 금속성과 비금속성으로 분류하고 일정크기의 폐기물물만 통과하도록 하는 분류기를 포함하며, 분류된 금속성 폐기물은 외부로 배출되며, 비금속성 폐기물은 상기 투입구로 투입되는 것이 바람직하다. 이에 더하여, 전처리부는 상기 밀폐부재 내에 장착되며, 분쇄기의 이상 작동으로 인하여 이송관 내에 누적되는 폐기물을 제거하는 제거기가 포함되도록 한다. 한편, 후처리부는 이송관 내에 설치된 흡입팬, 이송관에서 흡입팬의 전단에 배치되어 이송되는 폐기물에서 상대적으로 큰 입자의 폐기물을 분리하는 사이클론, 사이클론의 하부에 설치되어, 사이클론에 의해 분리된 폐기물이 포집되는 제1 포집용기, 제1 포집용기에 의해 포집된 폐기물이 배출되는 경우, 배출되는 폐기물을 이송시키는 후처리 컨베이어 및 후처리 컨베이어에 의해 이송된 폐기물이 투입되어 처리되는 처리장치를 포함하는 것이 바람직하다. 이때, 후처리부는, 처리장치에서 처리되는 용량에 맞추어 제1 포집용기의 배출구를 개폐하는 제1 전자밸브를 포함하도록 한다. 또한, 후처리부는 사이클론을 통과한 크기가 상대적으로

작은 입자의 폐기물을 여과하는 여과포 및 여과포의 하부에 설치되어, 여과포에 의해 여과되고 남은 폐기물이 포집되는 제2 포집용기를 포함하며, 후처리 컨베이어는 제2 포집용기에 의해 포집된 폐기물이 배출되는 경우, 배출되는 폐기물을 이송시키는 것이 바람직하다. 이때, 후처리부는 처리장치에서 처리되는 용량에 맞추어 제2 포집용기의 배출구를 개폐하는 제2 전자밸브를 포함하도록 한다. 그러나 폐기물의 크기가 큰 경우에는 여과포에 의한 흡입 경로를 생략할 수 있다. 이에 더하여, 후처리부는 여과포에 의해 여과된 폐기물, 즉 여과포를 통과한 미세한 분진을 순차적으로 필터링하는 백필터, 중간필터, 및 핵과필터;를 더 포함하며, 폐기물이 상기 필터들에 의해 필터링된 후 연도를 통해 외부로 방출되도록 하여 폐기물이 환경으로의 전이를 막도록 한다. 폐기물 처리장치로 투입되는 폐기물은 2개의 슬라이딩에 의해 개폐되는 밸브에 의해 처리장치에서 발생하는 분진이 작업환경으로 전이되지 않게끔 2중으로 설치하며, 그림 2에 나타난 것과 같은 장치를 개발하여 슬라이딩 밸브가 개방될 시 자동으로 투입되게 제작하였다. 그림 2의 c는 폐기물을 포집하는 사이클론을 나타내었다.

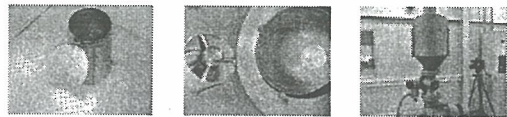


Fig. 2. 폐기물 투입장치 구성품 실례

### 3. 결론

가연성 알파폐기물 이송장치는 전처리부가 외부와 차단되도록 밀폐시켜 미세분진의 날림을 차단할 수 있다. 이로 인하여, 작업자가 호흡하는 과정에서 흡입될 수 있는 미세분진의 날림현상을 방지함으로써 작업자의 안전성을 높일 수 있을 뿐 아니라 굴곡을 가진 이송관에서 이송되기 위한 이송력을 제공하는 흡입팬을 구비함으로써, 작업효율을 높일 수 있다. 아울러, 제거기를 구비하여 이송관 내에 막힘 현상이 발생한 경우 이를 제거할 수 있도록 하고, 여과포의 전단에 사이클론을 구비함에 따라 여과포 이전의 필터로서 역할을 수행함에 따라 여과포의 수명을 늘일 수 있는 장점을 갖도록 하였다.