

## 방사성기체 폐기물 크립톤(Kr-85)여과장치

전길호, 신동관

한맥방사선(주) 기술연구소, 대전광역시 서구 둔산1동 1182번지 송전B/D 303호

hanmac03@empal.com

방사성폐기물 처리의 목적은 폐기물들의 발생량을 감소시키고, 최종 생성물을 방사화학적으로 안정한 형태로 전환시켜 추후 수송과 최종 처분에 적합하도록 하는 데 있다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 방사성 폐기물 처리 시에는 희석 및 방출분산, 지연 및 감쇠, 농축 및 밀봉과 같은 원리가 채택될 수 있다. 이들은 폐기물의 상태, 물리학적 특성, 방사능 준위 등에 따라 적절한 방법이 선택될 수 있다. 원자력 발전소에서 발생하는 총 기체폐기물의 주종을 차지하는 크립톤(Kr-85) 및 크세논(Xe-133) 등의 불활성 기체방사성폐기물의 처리방법은 일반적으로 감쇄법, 활성탄흡착법 및 저온증류법 등을 이용하여 처리되고 있다. 이중 감쇄법은 감쇄탱크를 사용하여 폐기물 방출시간을 지연시킴으로써 방사능의 시간에 따른 감쇄 효과를 이용하는 방법이며 활성탄흡착법은 활성탄층에 기체폐기물이 통과할 때 불활성 기체가 선택적으로 흡착되어 그 이동이 지연되는 성질을 이용하는 방법이다. 그러나 기존의 방사성 불활성 기체의 처리방법은 주로 기체폐기물을 감쇄탱크 등에 일정 기간 보관하여 방사능이 시간에 따라 감쇄되는 효과를 이용하고 있기 때문에 기체폐기물을 처리하기 위한 시간 및 기체폐기물을 보관하기 위한 공간의 증가를 피할 수 없다는 문제점이 있다.

본 보고서는 상기한 문제점을 해결하기 위하여, 본 연구소에서 개발한 크립톤(Kr-85: 반감기 - 10.7년) 등의 불활성 기체폐기물을 수분 및 불소 처리된 여과지가 장착된 용기 내에 주입한 후 회전시키면 질량이 큰 물질은 큰 원심력을 받으므로 공기(N: 70%, O:30%)보다 무거운 불활성 기체폐기물을 여과지에 포집하여 기체폐기물의 부피 및 처리시간을 획기적으로 감소시킬 수 있는 여과장치(그림 1)를 제공하는데 목적이 있다.

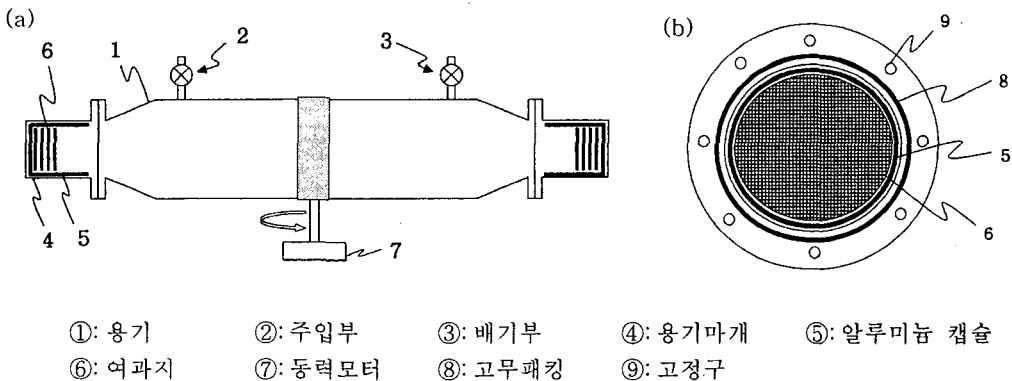


그림 1. (a) 크립톤(Kr-85) 기체폐기물 여과장치의 구성도 (b) 용기마개 단면도

본 여과장치에 대한 구성 및 작동원리 등의 상세한 내용은 본사에서 출원한 실용신안(출원번호: 20-2006-0007073)을 참고하기 바람에 간략히 소개하면 다음과 같다. 본 여과장치는 그림1과 같이 ① 원통형용기, ④ 용기마개, ⑦ 회전동력모터의 3가지 주요장치로 구성되며 ①의 원통형용기는 양단이 개방된 테이퍼(taper)형으로 양단이 개방되고 용기 내부의 공기를 배기하기 위한 배기부와 용기 내부로 기체폐기물을 주입하기 위한 주입부가 부착되며 용기내 공기의 배기는 진공 펌프를 사용한다. ④의 용기마개는 원통형용기의 개방된 양단에 부착되는 2개의 마개로서 기체폐기물 여과지의 탈착 및 부착이 가능한 알루미늄캡슐이 내장된 원통형 마개이다. ⑦의 회전동력모터는 상기 원통형용기의 중앙에 고정 연결되어 원통형용기를 회전시키는 장치이다.

기체폐기물 여과방법은 먼저 ①의 원통형용기에 ④의 용기마개를 결합한 후 ③의 배기부를 이용하여 용기내부를 진공시킨 후 ②의 주입부를 이용하여 Kr-85 등의 불활성 기체폐기물을 주입한 후 동력모터로 용기를 회전시키면 Kr-85 등의 불활성기체는 공기(N, O, Ar) 보다 질량이 크므로 ④의 용기마개에 유입되어 용기마개에 장착된 수분 및 불소가 함유된 여과지에 포집된다. 방사성 기체폐기물이 포집된 여과지는 용기마개에서 분리한 후 고체폐기물로 분류하여 처리한다.

여과지는 증류수를 10% 함유시킨 후 불소 기체를 통과시킴으로써 수분과 불소를 함유시키며 수분과 불소를 함유시키는 이유는 크립톤(Kr-85)은 불활성 기체로서 다른 원소와 화학적 결합을 거의 하지 않으나 물(H<sub>2</sub>O)에 용해되어 Kr-6H<sub>2</sub>O 형태로 존재하거나 불소(F)와 결합하여 KrF<sub>2</sub> 혹은 KrF<sub>4</sub> 의 분자를 형성하는 화학적 특성이 있으므로 이를 이용하여 크립톤(Kr)을 포집할 수 있기 때문이다. 여과지의 양은 방사성 기체폐기물 내에 포함되어 있는 불활성 기체, 즉 크립톤(Kr-85)의 양에 따라 조절할 수 있다. 통상적으로 방사성 기체폐기물에 포함된 크립톤(Kr-85)의 양은 기체 1cc에 20mCi 이하로서, 전체 기체폐기물 부피의 0.1% 이하를 차지하기 때문에, 일반 실험용 Kr-85 방사성동위원소의 경우 알루미늄 캡슐 내부에 두께가 1mm인 여과지를 3cm 두께로 장착할 경우 용기내부의 Kr-85 기체폐기물의 거의 100% 포집이 가능하다.

구성장치의 크기를 실험용으로 적용하여 역학적으로 해석하면 알루미늄 재질의 원통형용기 [테이퍼(taper)형, 두께: 3mm, 길이: 70cm, 중앙직경: 20cm, 양단 직경: 10cm]에 알루미늄 재질의 원통형 용기마개[직경: 10cm, 길이: 10cm]를 부착하여 회전시키면 여과장치의 회전각속도( $\omega$ )는 크립톤(Kr-85)이 받는 원심력과 중력이 같은 경우, 여과장치의 길이가 70cm 중력가속도(g)가 9.8 m/s<sup>2</sup> 이므로 회전각속도( $\omega$ )는 약 85rpm 이상이면 여과장치에 기체폐기물의 포집이 가능하다.

본 여과장치는 제작 중에 있으며 상세한 내용은 본사에서 출원한 실용신안 (출원번호: 20-2006-0007073)를 참고하며 이상에서 설명한 바와 같이, 본 고안에 따른 방사성 기체폐기물 여과장치는 방사성 기체폐기물을 수분 및 불소 처리된 여과지가 장착된 용기에 유입시킨 후 회전시켜 상기 방사성 기체폐기물 내에 함유된 불활성 기체를 여과지에 포집함으로써 방사성 기체폐기물의 처리 시간 및 처리 공간을 획기적으로 감소시킬 수 있는 효과가 있다. 본 여과장치를 다른 불활성 방사성 기체폐기물 중 Xe-133 에 적용할 수 경우 같은 효과를 얻을 수 있다.