

## 실리콘 세척수 여과장치에 의한 액체폐기물 절감

배상훈, 최영산, 김영철, 이성효, 박상준, 정환성  
 한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지  
[shbae@kaeri.re.kr](mailto:shbae@kaeri.re.kr)

하나로 반사체에는 중성자 도핑(NTD: Neutron Transmutation Doping)용 조사공 2개(NTD1, NTD2)가 마련되어 있고, NTD2 조사공을 이용한 실리콘 도핑을 수행하고 있다. 이 조사공 내에서 중성자에 조사된 실리콘은 반출허용치 이하로 방사능 표면오염도를 낮춰 외부로 반출되어야 한다. 기존의 방사능 표면오염도를 낮추는 방법으로는 제염재를 실리콘 표면에 살포한 후 매직블럭을 사용해 표면을 닦고 용수로 씻어내는 방식을 택하였으나, 세척시 발생하는 오수가 모두 액체 폐기물로 처리되어야 하는 문제점이 있었다. 이를 해결하기 위해, 순수를 이용한 실리콘 세척수 여과장치를 고안 및 제작하여 사용하여 세척수를 재활용할 수 있었고 액체폐기물 처리비용 등을 절감할 수 있었다.

본 논문에서는 실리콘 세척수 여과장치의 구성 및 기능과 실리콘 세척 후의 세척수 분석 결과를 토대로 재활용 방안을 도출했으며 절감한 액체폐기물 양에 대해서도 기술하였다.

### - 실리콘 세척수 여과장치의 구성 및 기능

이 장치는 원자로 수조상부에서 사용해야 하는 제약조건으로 인해 우선적으로 이동 및 보관이 용이 해야 하고 취급 또한 번거롭지 않아야 하는 점을 고려하여 설계하였다. 그림 1에서처럼 전체적인 구성은 누름판, 세척수통, 여과지 및 거름망으로 되어있다. 조사된 실리콘은 그림 2의 세척통 위에 얹어져서 순수로 세척되고, 남은 세척수는 거름지가 놓여있는 여과장치 상부로 들어가게 된다. 각종 이물질들을 포함하고 있는 이 물은 여과지와 거름망을 통하면서 이물질이 걸러지게 되고 여과장치 바닥에 고인 물은 핵종 분석 후 사용후 핵연료 저장조의 냉각수로 재활용한다.

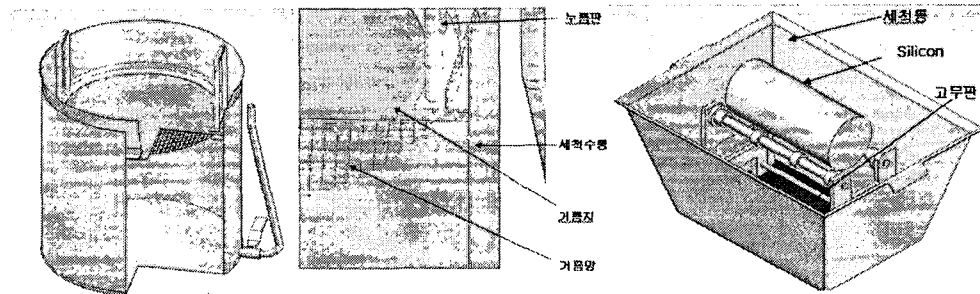


그림 1. 세척수 여과장치의 구조

그림 2. 세척통에 구조

사용된 여과지는 섬유조직들이 뒤엉켜 있는 종이로 지름 0.005~0.006mm 정도의 작은 구멍이 수 없이 뚫려있는 구조이다. 세척수에 들어있는 순수는 여과지의 구멍을 통과할 수 있지만 입자크기가 상대적으로 큰 이물질들은 이 구멍 사이를 통과하지 못하는 원리이다.

### - 액체폐기물 절감 및 세척수 재활용

기존에는 세척수의 양을 가능한 줄이기 위해 매직블럭을 사용하여 표면을 세척하는 방법을 적용하기도 하였다. 하지만 매직블럭은 연마력이 너무 강하고 잘 부스러지는 단점이 있었어서 방사능 표면오염도가 반출허용치 이하로 잘 낮아지지 않는 문제점이 있었다. 현재 사용중인 방법은 극세사 타올을 이용하여 순수로 표면을 세척하는 방법이다. 이 극세사 타올은 첨단 섬유소재로 실

리콘 표면 세척이 보다 잘되는 장점이 있으며, 세척수에 침전물이 생기지 않고 세척 후 재사용이 가능한 장점이 있었다.

2006년 초부터 약 7개월 간 이 방법을 사용하여 절감한 액체 폐기물의 양은 약 2.7 톤으로 이로 인해 액체폐기물 처리 비용을 어느 정도 줄일 수 있었다. 아래 그림 3은 운전 주기별 폐기물의 절감량을 그래프로 나타낸 것이다.

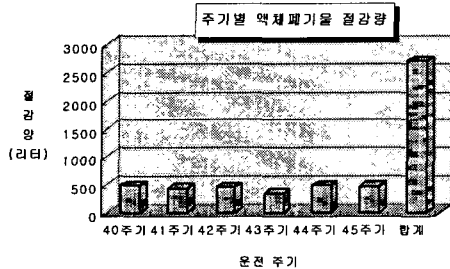


그림 3. 운전주기별 폐기물 절감량

핵종	비고
HF-181	원자로 구조물
Zr-95	원자로 구조물
Nb-95	Zr-95의 감마 붕괴
Co-60	1차냉각수

표 1. 세척수 핵종분석 결과

표 1은 세척수를 재활용하기 위해 핵종분석을 실시한 결과를 나타내었다. 분석 결과, 발견된 핵종 모두는 원자로 일차냉각계통 냉각수에 포함된 핵종들이었고 실리콘에서 발생한 핵종들은 반감기가 매우 짧아 검출되지는 않았다. 따라서 세척수에 들어있는 침전물이나 불순물들이 여과장치를 통해 모두 걸러지게 되면 그후 세척수 전량은 핵연료 냉각수로 재활용하게 된다.

**- 결론 및 향후 계획**

이 논문에서는 하나로 NTD2에서 중성자에 조사된 실리콘의 세척시 발생되는 액체 폐기물을 절감할 수 있는 방법을 기술하였고 요약된 내용은 아래와 같다.

- 액체 폐기물 절감을 위한 세척수 여과장치를 새로이 제안하였다.
- 실리콘 세척 후 세척수의 핵종 분석 결과를 토대로 재활용 방안을 도출하였다.
- 세척수 여과장치의 사용으로 상당량의 액체폐기물을 절감하였고 그로 인해 폐기물 처리비용을 절감할 수 있었다.

이 방법은 현재 실리콘 세척시 적용하고 있으며, 앞으로 방사능 표면오염도를 반출허용치 이하로 낮추는데 드는 세척 시간을 현격히 줄일 수 있는 또 다른 방법을 찾기 위해 노력하고 있다.