2001 춘계학술발표회 논문집
한국원자력학회

방사성 물질 오염구역 습식형 제염장치 개발

Development of Wet Type Decontamination Device

이은표, 민덕기, 김은가, 전용범, 이형권 양송열, 서항석, 유길성, 주준식

한국원자력연구소
대전광역시 유성구 덕진동 150

요 약

방사성 물질 취급시설인 핫셀에 출입하거나 핫셀내 장비의 반출 등으로 인하여 핫셀 뒤편에 위치한 서비스 구역은 상시 오염이 발생할 수 있다. 서비스 구역의 제염으로 인한 폐기물의 최소화, 소요인력 및 시간을 줄이면서 법령이 정한 표면허용오염도 이하로 관리하기 위하여 습식형 제염장치를 개발하였다. 이 장치는 바닥면에 부착된 오염원을 바닥면으로부터 분리시키는 브러시 회전장치, 회전브러시에 제염액 또는 세제를 공급하는 장치, 바닥면에서 분리된 오염원과 제염액 또는 세제를 흡입하는 장치 그리고 장치를 주행시키는 주행장치로 구성되며, 스테인레스 재질로 제작하여 내부식 뿐만 아니라 기기 자체의 제염도 쉽게 하였다.

Abstract

The intervention area located at rear hot cell can be contaminated by hot cell maintenance work. For effective decontamination of the intervention floor a wet type decon. device was developed. The device was assembled with a brush rotating device, a washing liquid supplying device, an intake device for recovering of contaminated liquid and a device moving cart. The device was made of stainless steel for easy decontamintion of device itself and anti-corrosion property.

1. 서 론

한국원자력연구소의 조사후시험시설(PIEF)은 상용 원자로 핵연료에 대한 조사후시험을 목적으로 건설되었으며, 1987년 준공이후 현재까지 약 10여개의 집합체에 대한 조사후시험이 수행된바 있다. 조사후시험시설은 3개의 풀과 4개의 중콘크리트 핫셀 및 2개의 납셀을 가지고 있으며, 연계 시설로는 방사화학 실험실 및 폐기물처리시설 등이 있다.

풀은 사용후핵연료 운반용기로부터 사용후핵연료를 하역하기 위한 하역 풀, 사용후핵연료를 저장하기 위한 저장 풀(최대 15개의 PWR 핵연료 집합체 수용)이 있으며 사용후핵연료집합체를 해체하고 수중시험하기 위한 시험.해체풀로 구성되어 있다. 중콘크리트 핫셀은 핵연료봉에 대한 외관검사, 와전류시험, 감마스케닝, 제원측정 그리고 X-선 촬영을 위한 비파괴시험 셀, 핵연료봉의 핵분열기체포집 및 절단을 위한 해체셀, 핵연료 시료를 저장하기 위한 저장셀 및 핵연료시료에 대한 금속조직 시편준비를 위한 시편준비셀로 구성되며, 납셀은 방사선 차폐형 광학현미경의 금속조직시험셀과 핵연료의 밀도측정 및 단면 감마스케닝을 수행할 수 있는 셀의 두개의 셀로 구성되어 있다.

이와 같이 고방사능을 가진 조사 시료를 시험하기 위해서는 핫셀내에 많은 시험장비가 위치하고 있으며, 이러한 시험장비들의 고장시에는 핫셀 내를 원격조종기로 일차 원격제염한 후 유지보수를 위해 핫셀 밖으로 취출하거나 또는 핫셀 내를 작업자가 출입할 수 있을 정도로 2차 제염을 한 후 작업자에 의해 핫셀 내에서 보수되기도 한다. 이러한 핫셀의 제염 및 기기 보수 시에 핫셀 뒤편에 위치한 서비스 구역도 오염이 될 가능성이 높다.

종래에는 오염된 서비스 구역을 제염할 때 제염액 또는 세제를 묻힌 제염지로 바닥면을 닦아내어 제염을 실시하였다. 이와 같은 방법으로 제염할 경우 연간 약 25드럼의 폐기물이 발생될 뿐만 아니라 젖은 폐기물의 건조 그리고 많은 인력과 시간이 필요하였다.

따라서 효과적인 제염을 위하여 한사람의 작업자가 제염이 가능하도록 자동 습식형 제염기기를 설계 제작하였다.

2. 습식 제염장치의 설계요건

습식 제염장치는 넓은 바닥의 효율적 제염을 위해 넓은 브러쉬를 가져야 하며 습식으로 세척액을 사용하는 관계로 브러쉬에 세척액의 공급이 원활하여야 한다. 또한 이러한 오염된 세척액을 회수할 수 있는 회수장치가 있어야 하며, 한사람의 작업자에 의해 작업이 가능하게 기기의 움직임이 자동으로 운전조작 될 수 있어야 한다. 기기 자체의 제염도 용이하게 표면이 버핑가공된 스테인레스강으로 제작되어야 한다.

3. 습식 제염장치의 구조 및 제작

3.1. 습식 제염장치의 구조 및 제작

오염된 서비스 구역을 제염하는 습식 제염장치는 길이 1170mm, 폭 740mm 그리고 높이 1100mm의 크기를 가지고 있다.

3.1.1. 대차

대차는 스테인리스 사각 형강을 사용하여 벤딩과 용접을 하여 견고하게 제작하였으며 하부에는 2개의 구동바퀴와 1 개의 캐스터 바퀴가 부착되며 상부에는 브러싱장치, 진공흡입장치, 구동장치, 제염액 탱크 및 각종장치가 부착되어 있으며 3개의 아이볼트를 부착하여 크레인으로 위치를 이동할 수 있게 하였다.

3.1.2. 주행장치

주행장치는 구동모터와 클러치에 의하여 동력을 발생시키며 이에 연결된 2개의 구동바퀴와 1개의 캐스터 바퀴로 구성되며 90W 기어드 구동 모터가 회전시 전자 클러치가 작동하여 동력을 전달하며 정.역회전과 이동속도를 2m/min - 15m/min으로 가변 할 수 있다. 구동바퀴와 캐스터 바퀴는 제염액 또는 세제액으로 인하여 바닥면과의 마찰력을 증대시키기 위하여 우래탄 바퀴를 사용하였으며 오염 물질과 항상 접촉하고 있으므로 오염이 누적되어 제염이 불가능할 경우 교체가 용이하고 구입이 쉽도록 시제품을 적용하여 설계하였다.

3.1.3. 브러싱 장치

브러싱 장치는 안쪽방향으로 회전하는 회전방향이 서로 다른 2개의 1HP, 180rpm 구동모터에 의하여 구동되며 브러시는 오염발생시 교체가 용이한 구조로 하였으며 14인치의 시제품 박리용 야자 브러시를 사용하였다. 브러싱 장치의 up-down은 핸들 아래쪽에 위치한 foot lever로 링크장치를 이용하여 작동되며 locking장치가 부착되어 있으며 최대 작동거리는 70mm이다.

3.1.4. 진공흡입장치

진공흡입장치는 바닥면에서 분리한 오염원을 내포하고 있는 제염폐액을 수거하는 약 70리터 용기와 진공을 발생시키는 1200W 용량의 건.습식 진공펌프 3 대의 진공도는 2600W/L, 풍량은 540m^3/h이며 바닥면에 위치한 squeege에서 제염폐액을 흡입하며 바닥면의 상태에 따라 진공펌프의 가동을 2대 또는 3대로 할수 있으며 squeege는 레버기구에 의하여 up-down할 수 있으며 locking장치가 부착되어 있다. 제염폐액 수거용기 하단에는 배수 밸브가 장착되어 있어 작업이 완료되었을 때 제염폐액을 밖으로 배출한다.

3.1.5. 제염액 탱크

제염액 또는 세제액 탱크는 제염폐액 수거용기 좌우에 위치하고 있으며 용량은 20리터로서 자연압에 의하여 브러시 상단면에 공급되며 이때의 공급유량은 유량조절밸브에 의하여 조절할 수 있으며 잔여 제염액은 배수밸브를 통하여 밖으로 배출된다.

3.1.6. 전원 및 제어판

전원은 220V 삼상을 공급하는 30m의 전선을 감고 풀어줄 수 있는 장치를 부착하여 주행 중에 전선으로 인한 장해를 최소화하였으며 제어판에는 장치의 전원 스위치, 구동모터 on-off 스위치, 구동모터의 정.역회전 스위치, 전자클러치 on-off 스위치, 진공펌프 on-off 스위치가 부착되어 있다.

4. 장치의 성능시험 결과 토의

제작된 장치를 사용하여 inactive test를 실시한 결과 초기 설계조건을 만족할 수 있는 정도의 성능을 보였으며, 이를 active test로 확인하기 위하여 조사후시험시설의 intervention area에 대한 직접적인 제염을 실시하였다. 그러나 바닥의 초기 오염도가 낮아 제염 후의 제염정도 차이를 정확히 파악할 수 있는 자료를 얻을 수 없었다. 바닥에 묻어있던 페인트의 흔적들이 제염후 깨끗이 없어진 것으로 판단할 때 바닥의 습식제염의 효과는 충분할 것으로 판단된다. 앞으로 많이 오염된 바닥면이 발생하면 이를 제염하여 정확한 자료를 얻을 계획으로 있다.

5. 결 론

방사성 물질의 취급시설에서 오염된 바닥을 습식으로 제염할 수 있는 기기를 설계 제작하여, 일차적으로 inactive test 및 오염이 안된 바닥에 대한 성능시험을 수행하였다. 시험결과 기기는 초기 설계요구조건의 대부분을 만족하는 것으로 나타났으나, 실제 많이 오염된 바닥에 대한 시험은 오염구역의 발생 후 시험하여 정확한 자료를 생산할 예정으로 있다.

감사의 글

이 연구는 과학기술부 주관으로 추진중인 기관고유사업의 일환으로 추진하였으며, 관계자 여러분에게 감사의 말씀을 드립니다.

참고문헌

[1] 민덕기 외, "조사후시험시설운영", KAERI/MR-341/99 (1999).
[2] 민덕기 외, "조사후시험시설운영", KAERI/MR-348/2000 (2000).