

## 환경친화적인 방사성 세탁 폐액처리장치 개발 및 활용

- 원자력시설의 방사성 세탁폐액 완전처리에 따라 안전성 향상에 기여 -
- 국내 독자개발로 폐기물 처리 및 처분 비용 100억원이상 절감 효과 -

6-70년대 우리나라 원자력의 최초의 불을 밝힌 연구용 원자로 1, 2호기(트리가 마크-II, III)의 해체작업과 관련하여, 해체공사시 발생하는 방사성 세탁 폐액을 완전하고 깨끗하게 처리가 가능한 신개념의 방사성폐액처리 막분리 장치가 국내 연구진에 의해 최초로 개발, 원자로 해체작업에 적용되므로써 원자로 폐로작업의 안전에 획기적인 전기를 마련하였다.

이 폐액처리기술은 1997년부터 과학기술부의 원자력 연구개발 중장기사업에 따라 한국원자력연구소(소장 장인순)의 TRIGA연구로페로사업팀(이근우·정기정박사)에 의해 연구개발에 착수, 방사성 세탁폐액 처리장치를 개발하였고, 이를 서울 공릉동의 연구용 원자로 1,2호기의 해체현장에 실증적용하므로써 원자로해체에 있어 안전성향상과 선진신기술을 확보하게 되었다.

일반적으로 원자력시설에서 발생하는 방사성 액체폐기물은 증발·농축시킨 후 농축폐액은 시멘트로 굳혀 고화 처리한다. 그러나 방사성물질이 물은 오염된 작업복의 세탁, 오염된 바닥의 제염 등으로 발생하는 방사성 세탁폐액은 폐액 내에 함유하고 있는 계면활성제 거품작용으로 방사성물질의 동반배출 현상이 발생, 기존의 처리공정으로는 처리가 불가능하여, 그간 이의 처리를 위해 많은 연구개발을 해왔다.

그러나 이번에 개발한 방사성 세탁폐액 처리장치는 방사성 폐액에 함유하고 있는 방사성 핵종 및 세제를 99% 이상 제거가 가능하고, 방사성 물질의 환경 방출량의 극소화(zero-release 개념)가 가능하여, 방사성오염비율과 방사성 농축폐기물의 양을 획기적으로 줄일 수 있는 새로운 개념의 복합 막분리 장치이다.

특히 이 장치는 입자상의 큰 불순물과 옷 찌꺼기 등을 제거할 수 있는 전처리 단계(정밀여과막, drum screen), 미셀을 형성하기 위한 예비농축 단계(역삼투막), 폐액의 농축을 위한 감용 단계(한외여과막), 농축폐액 내 고농축 세제의 처리를 위한 분해 단계(습식산화) 등 여러단계를 거치면서 거의 완벽하게 각종 방사성 세탁폐액을 처리가 가능하게 되었다.

이 공정에 따르면 먼저 방사성 세탁폐액 처리장치내에 있는 정밀여과막을 통해 크고 불규칙적인 입자의 불순물질, 옷찌꺼기 등을 신속히 분리하여, 이들로부터 방사성핵종 및 계면활성제를 추출해낸 후, 계면활성제를 농축하여 콜로이드형태의 미셀로 만든 다음, 방사성 핵종을 완전 흡착, 분리시켜 방사성오염물질을 제거시킨다.

이번에 개발된 장치는 현재 수행되고 있는 연구로 1, 2호기 해체공사에 제작, 설치되어 해체작업시 발생하는 방사선작업자 샤워 및 오염피복 세탁 폐액 처리에 현재 활용중에 있다.

아울러 이 기술은 국내 원자력발전소 방사성 세탁폐액(연간 1호기당 약 4,000톤 발생)의 처리에 활용이 가능하여 원전의 환경친화성을 향상시킬 뿐만 아니라 방사성폐기물 처리·처분 비용을 크게 절감시키고, 나아가 독자개발한 이 기술의 해외 수출로 100억원 이상의 비용절감 및 수출효과가 있을 것으로 전망된다.

한국원자력연구소는 이번에 개발한 기술을 바탕으로 다목적연구로인 하나로에서 발생하는 세탁폐액 처리에 활용될 수 있고, 현재 건설되고 있는 연구로 핵연료 제조시설에서 발생하는 우라늄 함유 세수폐액 처리를 위한 기술 개발을 추진 중에 있다.

## 방사선, 암흑속 밝힌다

방사선을 이용한 비파괴검사가 의료 및 산업분야에서 널리 활용되고 있다. 또한 이 기술은 지속적인 연구개발로 첨단화되고 있으며 그 결과 활용범위도 계속 확대되고 있다.

20-30년 전만 해도 병원의 엑스선 촬영이 고작이었던 방사선이용 기술은 현재 산업시설 품질검사, 문화재 탐상, 첨단 의료분야에 폭넓게 이용되고 있다.

### ▶ 비파괴 내부검사 가능

물체를 파괴하지 않고 내부 상태를 조사하는 것을 비파괴검사라고 한다. 이 비파괴검사에는 자기(磁氣)나 초음파 등 여러 방법이 있지만 방사선도 효율적인 방법으로 널리 이용되고 있다.

방사선을 이용한 비파괴검사는 병원에서 엑스선 촬영을 할 때 뼈와 타 부분의 투과 정도가 달라 필름상에서 구별되는 원리를 이용한 것이다.

주물이나 용접된 부분 등에 균열 구멍 등의 결함이 발생할 수 있는데, 이런 부분은 완전한 곳에 비해 방사선이 잘 통과되며 그 물체의 뒤에 부착된 필름을 현상하면 결함유무 위치 크기 등을 판독할 수 있다.

대형 탱크나 원자력발전소의 연료봉 등 작은 누설도 허용되지 않는 시설을 검사할 때 방사선 비파괴검사가 위력을 발휘한다.

또 항공기 정비공장에서는 제트엔진의 터빈날개를 방사선에 의한 비파괴검사로 이상유무를 진단한다.

또 역사적 가치가 높은 문화재의 수리 복원 및 연대측정에도 방사선기술이 유용하게 활용된다. 옛날 유적들이 방사선 투과 조사를 통해 그 제조법과 연대 등이 해명되고 있다.

### ▶ 방사선계측 다방면 활용

방사선이 물질을 통과한 후 빠져 나오면 방사선의 세기가 약해진다. 이 세기의 변화를 측정하면 물질의 두께나 밀도를 정확히 측정할 수 있다. 이 방법을 이용하면 측정 대상물에 접촉하지 않고도 원하는 측정값을 얻을 수 있기 때문에 뜨거운 용광로 내부나 근접하기 어려운 화학시설물에 대해서도 두께나 밀도를 측정할 수 있다. 같은 원리로 담배의 건조상태를 검사하는데도 활용되고 있다.

투과력이 높은 감마선을 이용하면 철관 속을 흐르는 액체의 밀도나 탱크 내부의 액상준위를 외부에서도 알 수 있기 때문에 감마선을 이용한 액면수위계가 널리 이용되고 있다.

또 중성자를 이용하면 물 등 수소를 포함한 물질의 양을 정확히 측정할 수 있는데, 댐이나 고속도로 등의 대규모 토목공사 현장에서 성토의 아무진 정도를 측정하는데 중성자 수분계가 감마선 밀도계와 함께 이용되고 있다.

중성자 수분계는 제철소에서 용광로에 공급하는 연료와 코크스의 건조 중량을 정확히 측정하는데도 이용된다.

▶ 기술개발로 적용범위 확대

대표적인 방사선인 엑스선은 오래 전부터 이용돼 왔는데 최근에는 투과력이 강한 감마선이나 특수한 방사선의 발생장치가 속속 개발됨에 따라 비파괴검사의 적용범위도 크게 확대되고 있다.

최근에는 방사성 동위원소인 칼리포르늄-252의 중성자를 이용한 '중성자 비파괴검사' 방법이 개발돼 널리 보급되고 있다. 이 방법은 중성자선을 이용한 비파괴검사로 엑스선 및 감마선에 의한 비파괴검사와는 다른 촬영사진을 얻을 수 있으며 특히 수소 탄소 등 가벼운 원소를 포함한 물질의 움직임을 조사할 때 효과가 커 각종 산업분야에서 이용이 확대되고 있다. 또 기존 엑스선 촬영사진의 약점을 보완할 수 있기 때문에 엑스선과 함께 이용되는 경우가 많다.

우리나라도 방사성 동위원소 또는 방사선발생 장치를 이용하는 기관이 2000년말 현재 1천690여개로 전년보다 7.7% 늘어났다. 또 방사성 동위원소 생산 및 수입량은 전년보다 무려 189%나 증가, 방사선 이용이 급속도로 확산되고 있다.

## 수해뒤 전염병 · 피부병 조심

복구작업 장갑 · 장화 필수, 물 · 음식은 꼭 끓여먹어야

전국에 내린 게릴라성 폭우로 곳곳이 침수돼 이재민이 발생하는 등 큰 피해를 입었다. 수마가 할퀴고 간 수해지역에는 이 같은 재해와 함께 각종 전염병 발생 위험도 높아진다. 특히 수해 지역에는 오염된 물로 인해 수인성(水因性) 전염병과 피부병 등이 기승을 부리므로 개인 위생 관리에 특별히 주의해야 한다.

수해지역에서 가장 많이 발생하는 병은 피부염. 서울대병원 피부과 은희철 교수는 "1998년 동두천 수해지역 진료현황 분석 결과 내원환자의 57%가 피부질환자"라며 "주로 접촉성 피부염, 무좀, 감염창 등이 발생하는 경우가 많았다"고 말했다. 각종 세균과 오염물질 등이 섞여 있는 물이 직접 피부에 닿아 염증을 일으키기 때문이다.

접촉성 피부염은 오염된 물 속에서 복구 작업을 하다가 걸리는 질환인데 몹시 가려우며 피부가 빨