

02 사용후핵연료의 중성자 분포 영상화 시스템 및 그 방법

- TRL 1 기초 이론/원리 발표
- TRL 2 실용 목적의 개념 정립
- TRL 3 실험실 규모 성능 검증
- TRL 4 실험실 규모 핵심성능 평가
- TRL 5 시제품 제작 및 성능 평가
- TRL 6 Lab-Scale 시제품 개발
- TRL 7 신뢰성 평가 및 수요기업 평가
- TRL 8 인증 및 표준화
- TRL 9 양산 사업화

구분	등록/출원번호	명칭	상태
특허	10-2524464 / 10-2020-0177249	사용후핵연료의 중성자 분포 영상화 시스템 및 그 방법	등록

KEYWORD 사용후핵연료, 중성자, 영상, 상태, 데이터 🔍

기술 개요

He-4 검출기를 이용해 사용후핵연료의 중성자 분포를 영상화하여 이상 상태를 직관적으로 파악할 수 있는 솔루션

사용후핵연료에서 방출되는 중성자를 이용하여 사용후핵연료의 영상을 구성, 사용후핵연료의 이상 상태를 직관적으로 파악

사용후핵연료를 데이터 처리하여 영상으로 구성 및 건전성 평가와 검사에 활용

* He-4 검출기를 이용한 중성자 분포 영상화시스템을 통해 사용후핵연료의 효율적인 관리와 안전성을 확보할 수 있음

개발 현황 | 종래 문제점 및 해결과제

사용후핵연료 상태 판별 곤란

금속 또는 콘크리트 용기에 봉인 후 건식저장 방식으로 보관되며, 이 과정에서 사용후핵연료의 상태를 파악하기 어려움

직관적인 상태 확인 곤란

사용후 핵연료로부터 방출되는 감마선과 중성자를 통해 계측하고, 산출된 선량비를 통해 결함여부/ 위치를 판별하며, 표면검사 후 결함이 의심되는 경우 미세 센서를 그 내부로 삽입해 더욱 정확한 판별이 가능하나, 직관적으로 이상 상태를 파악하기는 미흡함

사용후핵연료에서 방출되는 중성자를 통해 사용후핵연료의 영상을 구성하여, 사용후핵연료의 이상 상태를 직관적으로 파악할 수 있는 시스템 제시

기술 핵심 구성

- 사용후핵연료로부터 방출되는 중성자를 He-4 검출기(Arkis사 제품)를 이용하여 고속 중성자(Fast Neutron) 신호 및 열 중성자(Thermal Neutron) 신호가 혼합된 TTL(Transistor-Transistor Logic) 펄스 신호로 변환
- 생성된 TTL 펄스 신호를 신호 처리부와 영상 처리부를 통해 영상으로 구성



기술의 우수성 (특·장점)

- 사용후핵연료를 데이터 처리하여 영상으로 구성
 - ➔ 구성된 영상에 의해 사용후핵연료의 내부 이상 상태를 직관적으로 확인
 - ➔ 중성자 분포 영상화 시스템을 통한 DB를 구축
 - ➔ 중성자 카운트값을 앵글에 대하여 맵핑하여 사이노그램을 형성하고, 형성된 사이노그램을 총 회전 반경에 대하여 적분, 사용후핵연료의 중성자 분포를 영상화
- 사용후핵연료의 건전성 평가 및 건전성 검사에 활용
 - ➔ 사용후핵연료 저장/처분 안정성 시스템 구축
 - ➔ 사용후핵연료 건식저장 안전성 실증 기술과 사용후핵연료 안전정보 시스템 구축

적용 제품

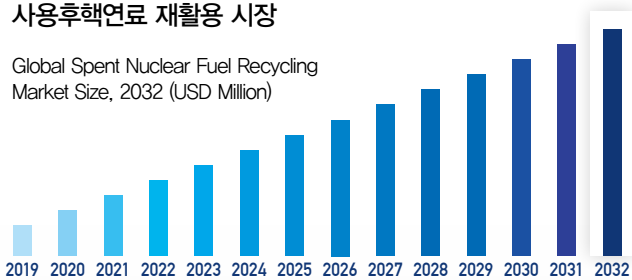
사용후핵연료 관리시스템
핵연료 저장소의 안전성 평가나
핵연료의 추가적인 보안 조치 결정에 참고

원전의 안정적인 운영과
원활한 해체를 위한 관리시스템

시장 동향

사용후핵연료 재활용 시장

Global Spent Nuclear Fuel Recycling
Market Size, 2032 (USD Million)



사용후핵연료 발생현황과 포화시점 전망

구분	고리(경)	한빛(경)	한울(경)	새울(경)	신월성(경)	월성(경)
포화율	83.8%	74.2%	80.8%	19.0%	62.9%	98.89%
포화시점	'31년	'31년	'32년	'66년	'44년	

산업통상자원부, 2021.12.07.

- 글로벌 사용후핵연료 재활용 시장 규모는 2022년에 급속히 확장되었으며 2028년까지 크게 성장할 것으로 예측
- 사용후핵연료는 '21년 3분기 기준 총 504,809다발이 발생하였으며, 지속적인 발생으로 저장시설의 포화가 예상됨 (경수로형 원전에서 20,733다발, 중수로형 원전에서 484,076다발)
 - 수원전 설계수명 만료까지 130,520다발(경수로 37,745다발, 중수로 92,775다발)이 추가 발생해 누적 635,329다발(경수로58,478다발, 중수로 576,851다발)의 발생 전망되며, 저장시설용량 고려시 '31년부터 순차적인 포화 전망

활용 가능 분야

사용후핵연료 처분 안전성
검증체계 기반 확립

원전 심층처분 안전성 규명을
위한 시스템기반 성능평가
방법론 및 위험도 관리 종합
안전성 입증체계 구축

원전 종합성능평가
DB 관리시스템 구축

기술이전 문의처

담당자 | 김 경 식 행정원

Tel | 042-860-9868

E-Mail | ksh10358@kinac.re.kr