

KNF-  
FUEL-08

# 원자력연료 소재 HANA

연료연구실 김재익  
T. 042-868-1147 E. jkim@knfc.co.kr

원자력연료 소재 HANA는  
KNF가 독자 기술소유권을 확보한  
원자력연료 소재로서  
70,000 MWD/MTU 이상의  
고연소 성능을 갖는  
지르코늄 계열의 최신 신합금 소재로  
2028년부터 원전에 공급할 계획임

※ HANA :  
High-performance Alloy for  
Nuclear Application

## 기술 내용

### ● 배경

- 원전의 성능이 계속적으로 향상됨에 따라 노심과 원자력연료의 운전조건은 고연소도화, 장주기화, 출력증강 등 더욱 가혹한 조건으로 변화되고 있어, 이러한 조건에서 안전성을 확보하기 위하여 연료봉 피복관은 1세대의 Zircaloy-4에서 2세대 Improved Zircaloy-4를 거쳐, 3세대용 Zr-Nb계열의 ZIRLO와 M5 피복관이 외국 업체에서 개발돼 국내 원전에 공급되어 왔음.
- KNF는 튜브 제조시설(TSA)을 보유하고 있으나, WEC 소유의 ZIRLO TREX를 수입하여 튜브를 제조하여 국내원전 및 해외원전에 공급하고 있음

### ● 목적 및 필요성

- KNF의 기술소유권이 확보된 70,000 MWd/MTU 이상의 고연소 성능을 갖는 피복관의 개발 추진하여 국내원전에 상용공급
- 독자 기술소유권 확보로 수출 제약요건 해소

### ● 기술구성

- 원자력연료 소재 HANA 피복관, HANA 안내관 및 HANA 지지격자
  - Zr-Nb 계열의 합금조성 및 제조기술
- 원자력연료 소재 HANA 소재의 노외 및 노내연소 시험 및 각종 노내외 성능자료
  - HANA 소재의 각종 열물성, 기계적 특성자료 시험 및 시험결과 자료
  - HANA 소재의 할덴연구로 연소시험 및 결과자료

고유소재 하셀시험 항목	고유소재 성능평가 결과			고유소재 하셀시험 결과
	원자력연료 설계요건	현재 상용 원자력연료 성능 수준	세계 최고 수준	
부식저항성 (부식 두께)	100 μm 이하	100 μm 이하	고유소재수준 ▼ 20 μm 이하	10 ~ 20 μm (최고수준달성)
열화(수소화)	600 ppm	500 ppm	고유소재수준 ▼ 100 ppm 이하	100 ppm (최고수준달성)
치수안정성(조사성장)	1%	0.6~0.8%	고유소재수준 ▼ 0.4~0.6%	0.5~0.6%
기계적 특성	-----			시험수행중
안전성능	-----			시험수행중

< 하셀시험을 통한 세계 최고 수준의 피복관 성능 입증 >

- HANA 소재의 상용원전 시범연료봉 연소시험 (한빛1호기, 한빛5호기) 및 PSE /PIE 결과자료
- HANA 소재의 상용원전 시범집합체 연소시험 (한울6호기 HIPER16 LTA, 한빛2호기 HIPER17 LTA) 및 PSE 결과자료
- HANA 소재의 고연소도 시범연료봉 연소시험 (~65,000 MWd/MTU) 및 PSE/PIE(~2023.12) 결과자료
- HANA 피복관 노내성능 및 성능모델 보고서
- KNF 연료성능코드에 HANA 피복관 노내성능 모델 장착 및 인허가 준비 중

## 기술 우수성

### ● 하셀시험을 통한 세계 최고 수준의 피복관 성능이 입증됨

#### ● 기대효과

- 원자력연료 소재/부품 개발 국산화 100% 달성으로 국내 상용원전 원자력연료 공급
- 성능 원자력연료 소재/부품 국산화로 원전수출 기술 제약 해소 및 수출경쟁력 확보
- SMART 원전 원자력연료 핵심 부품(연료봉, 안내관, 지지격자)으로 사용
- 인허가연소도(~62,000 MWD/MTU) 로 원전 이용률 2% 향상 및 사용후연료 방출량 감소기대

## 기술 적용현황

### ● HIPER16 (HANA 연료봉 피복관, HANA 안내관, HANA 지지격자)

- 노내연소성능 시험 완료 및 하셀시험 진행 중
- 국내 상용공급을 위한 인허가 수행 준비 중

### ● HIPER17 (HANA 연료봉 피복관, HANA 안내관, HANA 지지격자)

- 노내연소성능 시험 완료 및 PSE 시험완료
- 국내 상용공급을 위한 한수원 정책 미확정

## 제공 가능 품목

- 경수로 한국표준형 원전용 연료 (HIPER16의 연료봉 피복관/안내관/지지격자)
- 경수로 웨스팅하우스 17형 원전용 연료 (HIPER17의 연료봉 피복관/안내관/지지격자)
- 경수로 웨스팅하우스 17/16형 원전용 연료의 피복관
- SMART 원전용 연료의 연료봉 피복관/안내관/지지격자
- 사고저항성 연료 피복관(모재)

## 기술완성도 (TRL)

- 양산 및 초기시장 진입

## 사업 방향

기술 이전

라이선싱

공동 연구

용역 수행

기타