

# 원자력연료의 기술개발 현황

김 규 태

한전원자력연료(주) 핵연료개발실장

## 1. 머리말

우리 나라에서 현재 운전중인 輕水原電은 총 12기로서, 웨스팅하우스형 원전 8기(고리 1, 2, 3, 4호기, 영광 1, 2호기, 울진 1, 2호기) 및 한국표준원전 4기(영광 3, 4호

기, 울진 3, 4호기)로 대별된다(표 1 참조). 1980년대 초반까지는 경수원전에 소요되는 연료를 전량 미국 웨스팅하우스사 및 프랑스 프라마툼사로부터 수입하였다. 그러다가, 전량 해외수입에 의존하였던 輕水爐燃料를 국내 원자력연료 전문기관인 한전원자력연료(주)에서 자체생

〈표 1〉 국내 경수원전 원자력연료 공급이력

PLANT	1980	1985	1990	1995	2000
KORI-1		W - STD	W - OFA	JDFA	K-OFA
KORI-2		W - STD		JDFA	W-STD
KORI-3		W-STD	W-OFA	JDFA	W-V5H
KORI-4		W-STD	W-OFA	JDFA	W-V5H
YGN-1			W-OFA	JDFA	K-V5H
YGN-2			W-OFA	JDFA	W-V5H
YGN-3					SYS80
YGN-4					SYS80
UCN-1			F-STD	JDFA	K-V5H
UCN-2			F-STD	JDFA	K-V5H
UCN-3					SYS80
UCN-4					SYS80

주) W-STD : 미국 웨스팅하우스사 제조 Standard Fuel Assembly, W-OFA : 미국 웨스팅하우스사 제조 Optimized Fuel Assembly  
 W-V5H : 미국 웨스팅하우스사 제조 Vantage-5H Fuel Assembly  
 F-STD : 불란서 프라마툼사 제조 Standard Fuel Assembly  
 K-STD : 한전원자력연료(주) 제조 Standard Fuel Assembly, K-OFA : 한전원자력연료(주) 제조 Optimized Fuel Assembly  
 K-V5H : 한전원자력연료(주) 제조 Vantage-5H Fuel Assembly  
 JDFA : Siemens사와 공동개발 연료 및 한전원자력연료(주) 제조  
 SYS80 : CE사와 공동개발연료 및 한전원자력연료(주) 제조

산하기 위하여 1980년대 중반부터 국내기술진과 독일 Siemens 사가 공동으로 경수로연료를 개발하였으며 1989년부터 국산연료를 공급하기 시작하였다. 현재는 국내 웨스팅하우스형 17×17 원전에 미국 웨스팅하우스사가 1980년대에 개발한 Vantage-5H 개량연료를 공급하고 있으며, 한국표준원전에는 CE사가 개발한 Sytem80 연료를 공급하고 있다. 현재 경수원전에 사용중인 국산연료의 성능은 미국 웨스팅하우스사의 최신 개량연료인 Performance<sup>+</sup> 연료 또는 RFA 연료에 비해 연소성능 및 열적 성능 등이 약간 뒤떨어진 것으로 평가된다. 따라서, 한전원자력연료(주)에서는 WTO 체제하에서의 원자력연료의 국제경쟁력을 확보하기 위하여 원자력연료 관련 중장기 기술개발계획을 수립하여 추진하고 있다.

## 2. 국내 원자력연료 기술수준

원자력연료 기술은 소프트웨어 運用技術, 하드웨어 量産技術, 소프트웨어 開發技術 및 하드웨어 開發技術과 같이 크게 4가지로 구분된다. 소프트웨어 운용기술은 개

발된 소프트웨어의 인허가가 완료된 후 통상설계에 적용하는 기술을 의미하며, 하드웨어 양산기술 또한 개발된 하드웨어의 인허가가 완료된 후 양산제조에 적용되는 기술을 의미한다. 즉, 소프트웨어 운용기술 및 하드웨어 양산기술을 확보하기 위해서는 소프트웨어 개발기술 및 하드웨어 개발기술의 확보가 선행되어야 한다. 그러나, 1980년대 국내에는 소프트웨어 및 하드웨어 개발기술이 자립되어 있지 않은 관계로 정부방침에 따라 원자력 선진국으로부터 소프트웨어 운용기술 및 하드웨어 양산기술을 도입하여 원자력연료 설계 및 제조업무를 수행하고 있다. 현재, 웨스팅하우스형 원전용 연료 설계에는 미국 웨스팅하우스사로부터 도입한 기술이 사용되고 있는 반면, 한국표준원전용 연료 설계에는 미국 CE사로부터 도입한 기술이 사용되고 있다. 국내에 기술도입된 소프트웨어 운용기술과 하드웨어 양산기술은 국내 기술진의 노력에 의해 원자력 선진국 수준에 근접하였으며, 소프트웨어 개발기술과 하드웨어 개발기술은 개발경험 측면에서 원자력 선진국에 비해 약간 뒤떨어진 것으로 판단된다. 국내 원자력연료 기술수준은 표 2에 요약되어 있다.

〈표 2〉 국내 원자력연료 기술수준

구 분	기 술 수 준	비 고
소프트웨어 운용기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원자력 선진국으로부터 도입된 기술 사용</li> <li>• 운용기술 수준은 원자력 선진국과 동일</li> <li>• 도입 소프트웨어에 대한 실시권 보유</li> <li>• 운용기술 해외수출시 기술료 지급 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기술도입선에 의해 소프트웨어 유지보수 및 개선업무 수행</li> </ul>
소프트웨어 개발기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 노심 핵설계 분야의 경우 소프트웨어 개발기술 및 개발에 필요한 자료 등을 확보</li> <li>• 핵연료 성능해석 분야의 경우 개발에 필요한 노내성능자료 등의 데이터베이스 구축 필요</li> <li>• 개발기술 수준은 원자력 선진국에 비해 거의 근접</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개발비용 확보시 자체적으로 소프트웨어 개발 가능</li> </ul>
하드웨어 양산기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원자력 선진국으로부터 도입된 기술 사용</li> <li>• 양산기술 수준은 원자력 선진국에 접근</li> <li>• 양산기술에 대한 실시권 확보</li> <li>• 양산기술 해외수출시 기술료 지급 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제조기술 개선/개량을 위해 기술 도입선과의 협력 필요</li> </ul>
하드웨어 개발기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 집합체부품 개발 등 부분적으로 개발경험 보유</li> <li>• 노내의 실증시험시설의 부족</li> <li>• 국내 하드웨어 개발인력 양성 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 하드웨어 개발시 원자력 선진국과의 협력 필요</li> <li>• 하드웨어 개발시 원자력 선진국의 개발시설 활용 필요</li> </ul>

### 3. 원자력 선진국의 원자력연료 기술개발 현황

원자력 선진국의 연료공급사들은 초기단계에는 원자력 연료의 경제성보다는 건전성 확보에 주력한 반면, 1980년대 이후에는 연료공급사별로 축적된 연료 爐內燃燒資料 및 연료 개발경험을 바탕으로 전력회사들이 요구하는 高燃燒 성능, 長週期 운전, 원전 출력 및 이용률 향상, 週期費 절감 등을 만족할 수 있도록 경제성 및 운전성이 우수한 연료를 개발중이거나 상용공급하고 있다.

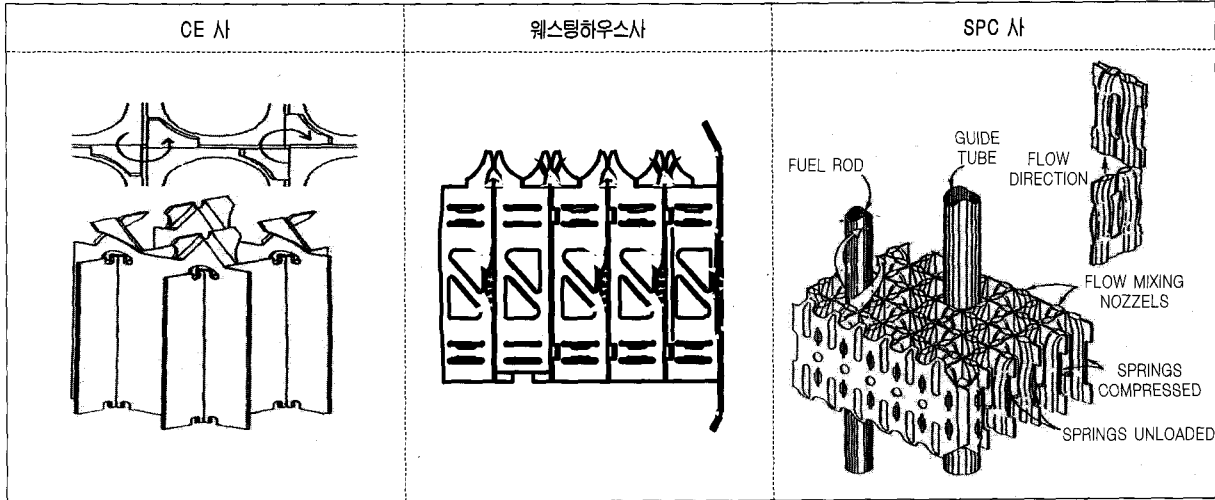
표 3에는 원자력 선진국 연료공급자들의 원자력연료에 대한 개발이력이 나타나 있다. 미국 웨스팅하우스사는 Standard(STD) 연료 및 OFA 연료를 개발한 이후 放出燃燒度 및 熱的餘裕度를 증가시키는 방향으로 Vantage 연료를 개발하였으나 집합체 진동에 의한 연료 손상 및 제어봉 비정상삽입 등과 같은 문제가 발생함에 따라 이를 해결하기 위해 Performance<sup>+</sup> 연료 및 RFA 연료를 개발하여 현재 상용공급중이다. 미국 CE사 역시 Standard(STD) 연료인 System80 연료를 개발한 이후 피복관 재질 변경 등을 통해 방출연소도를 증가시키고

있으나 최근에는 열적여유도를 증가시킬 수 있는 Turbo 연료를 개발중에 있다. 미국 SPC(Siemens Power Corporation)사는 Standard(STD) 연료를 개발한 이후 방출연소도 및 열적여유도를 증가시키는 방향으로 HTP 연료를 개발하여 현재 상용공급중이다.

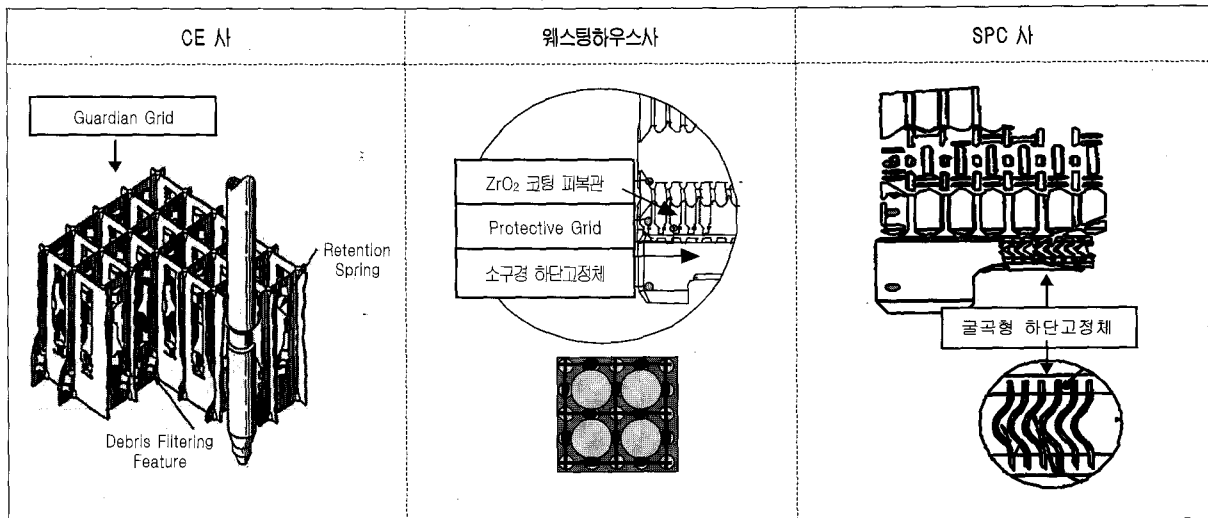
각 원자력 선진국 연료공급자들이 최근 개발중이거나 상용공급중인 개량연료의 특징을 살펴보면 다음과 같다. 웨스팅하우스사는 방출연소도 증가, 열적여유도 향상, 無缺陷燃料 지향을 목표로 하여 개량연료인 RFA를 개발 완료하여 미국 경수원전에 상용공급중이다. 개량연료 RFA의 성능을 살펴보면, 방출연소도 55,000MWD/MTU 이상, 혼합날개 미 부착 연료 대비 10% 이상 열적 성능 증가, 연료봉 프레팅마모(Fretting Wear) 저지성능 향상 등으로 요약할 수 있다. 또한, RFA 연료의 주요 설계특징은 연소도 증가를 위해 피복관, 안내관 및 지지격자에 부식 저항특성이 우수한 Zirlo 재질 사용, 열적 성능을 향상시키기 위해 지지격자에 혼합날개 부착(그림 1 참조) 및 중간유동혼합기 도입, 중성자 경제성 향상을 위해 Axial Blanket 사용, 노심출력 균등화를 위해 Integrated Fuel Burnable Absorber(IFBA) 사용,

〈표 3〉 원자력 선진국의 경수로연료 개발이력

연료공급자	50~60년대	70년대	80년대	90년대 초	90년대 중반
웨스팅하우스사	<ul style="list-style-type: none"> <li>상용공급 개시</li> <li>-S.S. Grid</li> <li>-S.S. 피복관</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>STD</li> <li>-Inconel Grid</li> <li>-혼합날개 부착</li> <li>-Zry-4 피복관</li> <li>-33,000MWD/MTU</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>VANTAGE 5</li> <li>-Axial Blanket</li> <li>-IFBA 가연성흡수봉</li> <li>-중간유동혼합기</li> <li>-40,000MWD/MTU</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>VANTAGE 5H</li> <li>-저압력 강하 스프링</li> <li>-소구경 하단고정체</li> <li>-18개월 주기</li> <li>-48,000MWD/MTU</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Performance<sup>+</sup> &amp; RFA</li> <li>-Zirlo 피복관</li> <li>-Protective Grid</li> <li>-18~24개월 주기</li> <li>-55,000MWD/MTU</li> </ul>
CE 사			<ul style="list-style-type: none"> <li>System 80</li> <li>-Zry Grid</li> <li>-Zry-4 피복관</li> <li>-43,000MWD/MTU</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guardian</li> <li>-Guardian Grid</li> <li>-저주석 Zry-4 피복관</li> <li>-48,000MWD/MTU</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>TURBO</li> <li>-혼합날개 부착</li> <li>-Alloy A 피복관</li> <li>-Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 가연성 흡수봉</li> <li>-55,000MWD/MTU</li> </ul>
SPC 사		<ul style="list-style-type: none"> <li>STD</li> <li>-Zry Grid</li> <li>-Zry-4 피복관</li> <li>-33,000MWD/MTU</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>STD</li> <li>-Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 가연성흡수봉</li> <li>-40,000MWD/MTU</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>HTP</li> <li>-노즐형 Grid</li> <li>-굴곡형 하단 고정체</li> <li>-저주석 Zry-4 피복관</li> <li>-48,000MWD/MTU</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>HTP</li> <li>-Duplex 피복관</li> <li>-55,000WD/MTU</li> </ul>



〈그림 1〉 원자력연료 공급자별 지지격자 설계개념 비교



〈그림 2〉 원자력연료 공급자별 이물질여과 설계개념 비교

압력강하량 감소를 위해 대각선 모양의 지지격자 스프링 사용, 이물질에 의한 연료 손상 방지를 위해 소구경 하단 고정체 및 Protective Grid(그림 2 참조) 사용 등으로 요약된다. 표 3에서 보는 바와 같이 국내 17×17형 경수 원전에 사용중인 Vantage-5H 연료에 비해 RFA 연료

는 연소성능, 열적 성능 및 연료봉 프레팅마모 저지성능이 우수한 것으로 평가되고 있다.

CE사의 경우 방출연소도 증가, 열적여유도 향상, 무결함연료 지향을 목표로 하여 1990년대 중반부터 Turbo 연료를 개발하고 있다. Turbo 연료의 성능을 살펴보면,

방출연소도 55,000MWD/MTU 이상, 혼합날개 미 부착 연료 대비 10% 이상 열적 성능 증가, 연료봉 프레팅마모 저지성능 향상 등으로 요약할 수 있다. Turbo 연료의 설계특징은 연소도 증가를 위해 부식 저항특성이 우수한 Alloy A 피복관 사용, 열적 성능 향상을 위해 혼합날개 부착 지지격자(그림 1 참조), 중성자 경제성 향상을 위해 Axial Blanket 사용, 노심출력 균등화를 위해 Erbia 연료봉 사용, 이물질에 의한 연료 손상 방지를 위해 Guardian Grid(그림 2 참조) 사용 등으로 요약된다.

SPC사의 경우 방출연소도 증가, 열적여유도 향상, 무결함연료 지향을 목표로 하여 1980년 말에 HTP 연료를 개발 완료하여 경수원전에 상용공급중이다. HTP 연료의 성능을 살펴보면, 방출연소도 55,000MWD/MTU 이상, 혼합날개 미 부착 연료 대비 10% 이상 열적 성능 증가, 연료봉 프레팅마모 저지성능 향상 등으로 요약할 수 있다. HTP 연료의 설계특징은 연소도 증가를 위해 부식 저항특성이 우수한 Duplex 피복관 사용, 열적 성능 향상 및 압력강하량 감소를 위해 노즐형 지지격자(그림 1 참조) 및 노즐형 중간유동혼합기 사용, 중성자 경제성 향상을 위해 Axial Blanket 사용, 노심출력 균등화를 위해 Gadolinia 연료봉 사용, 이물질에 의한 연료 손상을 방지하는 굴곡형 하단고정체(그림 2 참조) 사용 등으로 요약된다.

#### 4. 국내 원자력연료 기술개발 현황

앞에서 설명한 바와 같이 국내 소프트웨어 운용기술 및 하드웨어 양산기술은 국제적 수준에 접근해 있으나 소프트웨어 개발기술 및 하드웨어 개발기술은 아직 초보적인 단계에 머무르고 있다. 그러나, WTO 체제하에서 원자력연료 분야에서도 다른 산업체와 마찬가지로 원자력 선진국들의 전방위 개방압력이 가속화됨에 따

라 원자력연료 시장의 개방 가능성이 점차 높아지고 있는 실정이다. 더욱이, 원자력 선진국들은 이미 확보한 독자 원자력연료 기술을 바탕으로 고성능의 개량연료를 개발중이거나 상용공급하고 있는 반면, 국내 경수원전에 상용공급중인 원자력연료는 원자력 선진국들의 개량연료에 비해 燃燒度, 熱的 性能 및 안전성 등이 약간 뒤떨어지는 것으로 판단된다. 따라서, 원자력연료 시장개방에 대비하고 원자력 선진국의 기술예속으로부터 탈피하기 위해 국제경쟁력이 확보된 원자력연료 관련 기술개발이 시급하다고 할 수 있다. 이러한 상황에서 국내 유일의 원자력 전문기관인 한전원자력연료(주)에서는 원자력연료의 가격과 품질 측면에서 국제경쟁력을 조속히 확보하는 것만이 앞으로 살아남을 수 있는 유일한 길임을 인식하고 다음과 같이 원자력연료 관련 중장기 발전계획을 수립하여 추진하고 있다.

##### 가. 한국표준원전용 개량연료 개발

국내 경수원전은 한국표준원전과 웨스팅하우스형 원전으로 대별된다. 그러나, 현재 사용중인 연료성능 및 향후 건설될 원전 수를 감안하여 한국표준원전용 개량연료 개발을 1999년부터 우선 추진하고 있으며 웨스팅하우스형 원전용 개량연료 개발 또한 빠른 시일 내에 착수할 계획이다.

한국표준원전용 개량연료 개발은 과학기술부 원자력 중장기 개발과제로 추진하고 있으며, 1999년 4월 1일부터 2002년 3월까지 改良燃料 示範集合體 제작을 완료할 계획이다. 한국표준원전용 개량연료의 성능목표는 집합체 평균연소도 55,000 MWD/MTU 이상, 현재 사용중인 연료 대비 열적 성능 10% 이상 향상, 異物質에 의한 연료 손상방지 등으로 요약될 수 있다. 한국표준원전용 개량연료의 개발일정 및 개발내용을 요약하면 다음과 같다.

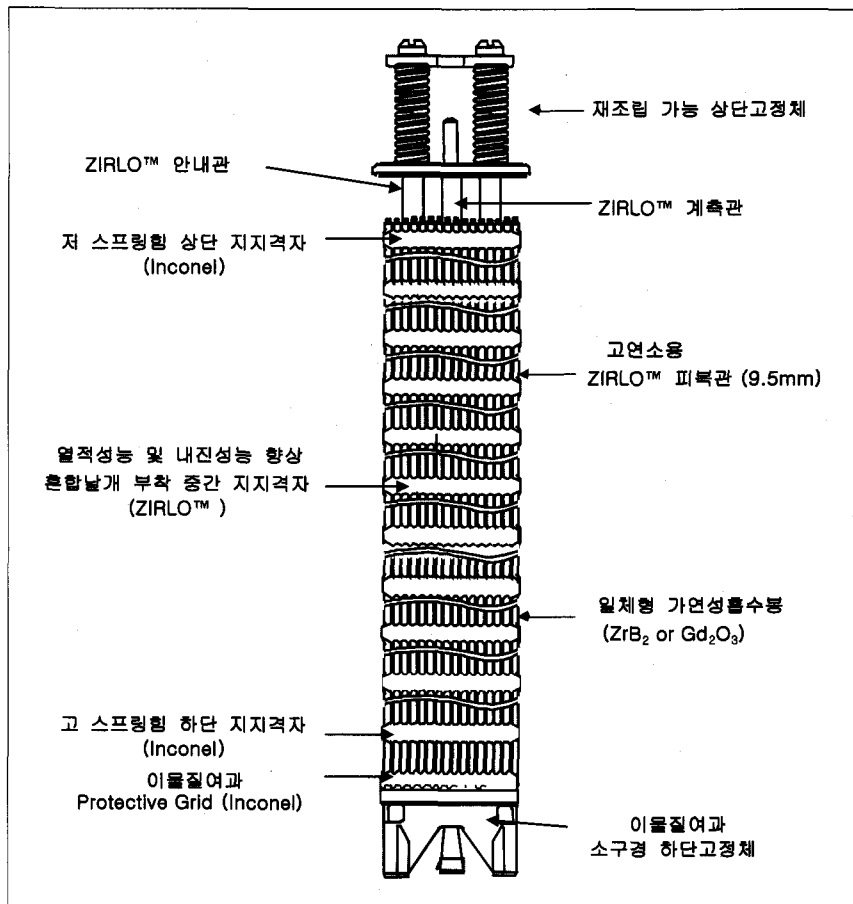
○1차년도(1999. 4~2000. 3)

- 개량연료를 공동으로 개발할 해외협력사 선정
- 개량연료 집합체 및 부품 설계
- 爐外실증시험용 부품 제조
- 2차년도(2000. 4~2001. 3)
  - 爐外실증시험용 부품 제조 완료
  - 개량연료 지지격자 열적 성능시험
  - 개량연료 부품별 기계적 및 수력적 성능시험
- 3차년도(2000. 4~2001. 3)
  - 爐外실증시험용 집합체 제작
  - 개량연료 집합체 기계적, 수력적 진동시험

- 爐內燃焼用 시험집합체 4다발 제작
- 爐內裝填用 인허가 자료 생산

한편, 개량연료 시험집합체는 한국표준원전에서 2002년부터 3주기 동안(54개월) 노내연소 예정이며, 2주기 연소 후 개량연료 건전성이 입증되면 2006년 초부터 개량연료를 상용공급할 계획이다.

현재까지 추진한 개량연료 개발현황을 요약하면 다음과 같다. CE, SPC 및 웨스팅하우스사 등의 해외 원자력연료 공급사들이 제시한 개량연료의 기술성, 제약조건 및 개발비 등을 종합적으로 평가하여 미국 웨스팅하우스사



〈그림 3〉 한국표준원전용 개량연료 집합체

를 해외협력사로 선정된 후 웨스팅하우스사와 공동으로 개량연료 개발업무를 수행하고 있다. 현재 개량연료 부품 및 집합체에 대한 예비설계를 완료하였으며 개량연료 주요 설계사양이 그림 3 및 표 4에 나타나 있다. 개량연료의 설계사양을 요약하면 다음과 같다.

- 고연소 성능 향상
  - 피복관, 안내관, 중간 지지격자 재질 : 지르칼로이-4에서 Zirlo로 변경
  - 연료봉 및 집합체 제원 최적화
- 핵적 및 열수력 성능 향상
  - 연료봉 직경 최적화 : 9.7mm에서 9.5mm로 변경
  - 일체형 가연성흡수체 사용
  - 혼합날개 부착
- 기계적 성능 향상
  - 지지격자 좌굴강도 증가 : 곡선형 지지격자에서 직선형 지지격자로 변경
- 연료 신뢰성 제고
  - 진동 마모저지 성능 제고 : 연료봉/스프링 간의 접

촉 : 면접촉 형상

- 이물질 여과성능 제고 : 소구경 하단고정체 + Protective Grid

한편, 개량연료 설계자료인 도면 및 시방서를 토대로 하여 노외실증시험용 상하단 지지격자판 및 이물질여과용 Protective Grid판 제조를 완료하였으며, 이 상하단 지지격자판 및 Protective Grid판을 사용하여 지지격자체 조립공정 및 용접공정을 개발하고 있다. 그리고, 노외진동시험용 중간 지지격자 5×5 모형을 제조하여 진동특성시험을 수행하였으며 현재는 개량연료 중간 지지격자판 제조공정을 개발하고 있다.

한국표준원전용 개량연료를 상용공급할 경우에는 한국표준원전의 안전성, 운전성 및 이용률 향상에 기여하고, 경제적 측면으로는 원자력연료 허용방출연소도가 증가됨에 따라 1주기 운전시 약 40억 정도의 연료주기비를 절감할 수 있으며, 10% 이상 추가 확보된 열적성능을 원전出力增強에 활용할 경우 1주기 운전시 약 400억원 정도의 이득이 발생한다. 또한, 손상핵연료 1개가 발생할 경

〈표 4〉 한국표준원전용 개량연료 설계 요약

항 목	설 계 특 성	재 질
상단 지지격자	• 연료봉 힘 방지를 위해 Low Spring Force 사용	Inconel-718
하단 지지격자	• 프레팅마모 방지를 위해 High Spring Force 사용	Inconel-718
중간 지지격자	• 열적 성능 향상 : 혼합날개 부착 • 연료봉 프레팅마모 방지 : 스프링/딴플과 연료봉 간의 면접촉 형상의 스프링/딴플 설계 • 압력강하량 감소 : Horizontal 스프링 및 딴플 설계	Zirlo
Protective Grid	• 이물질 여과를 위해 하단고정체 상단에 부착	Inconel-718
안내관	• 현재 사용중인 연료의 안내관 설계와 유사 • 고연소 성능 향상 : Zirlo 재질 사용	Zirlo
상단고정체	• 해체/재조립 향상 : 일체형 상단고정체 설계	Stainless Steel
하단고정체	• 이물질 여과성능 : Small Hole & Slot 설계 • 압력강하량 감소 : Slot 설계	Stainless Steel
골격체	• 안내관/지지격자 연결 : Spot Welding • 안내관/상단고정체 연결 : Threaded Joint • 안내관/하단고정체 연결 : Screw 사용	
연료봉	• 연료봉 직경 : 9.5mm • 고연소 성능 : Zirlo 피복관	피복관 : Zirlo

우 약 2~3억원 정도의 추가비용이 필요하므로 연료손상이 발생치 않을 경우 이에 따른 경제적 이득이 상당할 것으로 판단된다. 더욱이, 한국표준원전용 개량연료에 대한 독자 소유권을 확보하고 있으므로 제한 조건없이 개량연료를 해외에 수출할 수 있다.

#### 나. 爐心設計 및 安全解析 전산코드체계의 高度化

한전원자력연료(주)에서는 국내 가동중인 또는 건설 중인 경수로 원전의 노심설계 및 안전해석을 위해 二元化된 전산코드 체계를 사용하고 있다. 즉, 웨스팅하우스형 원전의 交替爐心 설계에는 웨스팅하우스사로부터 도입된 전산코드 체계를 사용하고 있는 반면, 한국표준원전의 설계에는 CE사로부터 도입된 전산코드 체계를 사용하고 있다. 이러한 이원화된 전산코드 체계의 사용은 설계인력 운용 및 전산코드 유지관리의 비효율성을 내포하고 있으므로 국제경쟁력 확보에 주요 걸림돌로 작용될 것임은 자명하다. 더욱이, CE사로부터 도입된 일부 전산코드들은 제3자 제한 전산코드로서 이들 전산코드들에 대한 국내 실시권 문제를 해결하기 위해 제한 전산코드를 대체하는 것이 매우 시급하다고 할 수 있다. 따라서, 한전원자력연료(주)에서는 2000년도 하반기부터 노심설계 및 안전해석 전산코드 고도화를 추진할 계획이며, 필요시 제한코드를 대체하기 위한 코드 개발을 병행할 계획이다.

#### 다. 원자력연료 수리기술 확보

원자력 선진국들은 자사가 공급하고 있는 원자력연료 설계에 최적화된 결합연료의 해체 및 조립장비 그리고 연료봉 인출 및 장입 장비를 개발하여 운용중에 있으며 원자력연료 수리시 확보한 자료들을 원자력연료의 개량에 활용하고 있다. 따라서, 한전원자력연료(주)에서는 원자력연료 수리기술 및 수리장비를 확보하기 위하여 산업자

원부가 주도하고 있는 원전기술고도화 과제로 원자력연료 수리기술 및 수리장비를 개발하고 있다. 현재까지의 개발현황을 살펴보면, 웨스팅하우스 17×17형 연료 수리장비 설계 및 제작을 완료하여 운용중에 있으며, 웨스팅하우스 14×14 및 16×16형 연료 수리장비 설계 완료 후 수리장비를 제작하고 있다.

#### 라. 원자력연료 부품의 국산화

현재 수입중인 원자력연료 부품은 피복관, 지지격자, 가연성흡수봉 및 한국표준원전용 골격체 등이 있다. 한전원자력연료(주)에서는 단기적으로는 웨스팅하우스형 지르칼로이 및 인코넬 지지격자 국산화, 한국표준원전용 골격체 국산화 및 Gadolinia 연료봉 국산화 등을 현재 수행하고 있으며, 장기적으로는 피복관 및 가연성흡수봉 전 공정 국산화를 추진할 계획이다. 상기 기술한 원자력연료 부품 국산화가 완료될 경우 원자력연료 부품 수입에 소요되는 외화를 절감하여 원자력연료 成型加工費를 절감할 수 있다.

### 5. 맺음말

현재 수행중인 한전원자력연료(주)의 원자력연료 관련 기술개발은 투자비용 및 소요인력을 감안하여 한국표준원전용 개량연료 개발 및 지지격자 국산화 등과 같이 중단기적 기술개발에 주력하고 있지만 원자력연료 전문기관으로서의 국제경쟁력 우위를 확보하기 위해서는 고유기술의 원자력연료 설계 및 제조기술을 조속히 확보하는 것이 중요하다고 판단된다. 따라서, 한전원자력연료(주)에서는 원자력연료 기술에 필요한 개발인력 및 개발비용을 지속적으로 증가시킴으로써 국제경쟁력 우위가 확보된 고유 설계 및 제조기술을 개발하여 궁극적으로는 세계일류의 원자력연료 전문기관으로 거듭날 계획이다.