

사용후핵연료 골격체 수중 해체기술 개발

장정남, 유병옥, 권인찬, 김기하, 손영준, 전용범
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045
jeongnam@kaeri.re.kr

1. 서론

사용후 핵연료 집합체는 여러 개의 지지격자와 상/하단 고정체, 안내관 및 계측관들로 조립되어 있으며, 노내 연소기간이 길어 방사선량이 매우 높다. 따라서 사용후 핵연료 골격체는 충분한 차폐성능을 가지는 동시 약 4m 길이의 골격체를 취급할 수 있는 핵연료 저장수조 내에서 절단작업이 수행되어야 한다. 이를 위하여 한국원자력연구원 조사후연료시험시설의 핵연료 저장수조 내에서 사용후 핵연료 골격체로부터 각종 구조부품의 기계적 특성시험을 위한 시편들을 채취할 수 있는 골격체 수중 해체장비 및 골격체 고정장비를 개발하였으며, 이를 활용하여 사용후 핵연료 골격체의 구조부품 시험용 시편들을 채취하였다.

2. 본론

2.1 수중 골격체 해체장비

수중 골격체 해체장비는 절단 중 안내관/계측관을 고정하는 고정부, 관 절단용 휠(Diamond Wheel, 제작사 Struers, Model 4", 5"), 휠 구동용 수중 유압모터 기동장치(유압펌프), 절단이송 장치, 유압/고압용 선을 보호하는 외통 및 절단부 관찰용 수중 카메라로 구성된다. 본 장비는 조사후연료시험시설 저장수조의 깊이 및 크레인 사양 등 사용환경 조건 그리고 절단 대상인 3종의 골격체 즉, PLUS7, 16x16ACE7 및 17x17ACE7 골격체의 치수 등을 고려하였으며, 아래와 같이 확정된 설계요건을 만족하도록 설계하여 그림 1과 같이 사용후 핵연료 골격체 수중 해체장비를 제작하였다.

- 본체를 크레인에 매달 수 있도록 외통 후크는 조사후시험시설 크레인 후크의 치수를 고려하여 설계 제작한다.
- 수중 절단 시 절단용 휠의 마모로 인하여 교체시 절단용 휠의 교체가 용이하도록 설계 제작되어야 한다.
- 안내관/계측관 지지부는 PLUS7, 16x16 및 17 x 17ACE7 골격체에 따라 지지부도 교체 설치가

가능하도록 설계 제작되어야 한다.

- 절단용 휠은 가변으로 속도가 조절되도록 설계 및 제작되어야 한다.
- 유압 및 공압을 사용하는 호스는 외통 안쪽으로 장입이 가능하도록 설계 제작 되어야 한다.
- 안내관/계측관 등이 수중절단이 완료되면 절단용 휠과 절단이송 장치는 자동으로 동작이 멈출 수 있도록 브레이크 모터를 사용한다.
- 수중 절단 시 절단용 휠과 공작물의 접촉이 잘 보이도록 수중 카메라를 설치 운영한다.
- 사용후핵연료 골격체 수중 골격체 해체장비의 외통은 수중에서 녹이 슬지않는 재질을 사용함을 원칙이며 총 길이가 7m로 길기 때문에 무게절감을 위하여 알루미늄 6061 계열의 재질을 사용한다.
- 수중절단을 위하여 사용되는 모터 및 모든 부품들은 물이 스며들지 않도록 철저한 기밀을 유지하여야 하며, 누설 시 바로 해체가 가능하게 설계 및 제작되어야 한다.
- 수중절단을 위하여 이동되는 리데나 및 LM 가이드, 베어링 등은 수중에서도 녹이 슬지 않는 제품인 스테인레스 스틸을 사용한다.

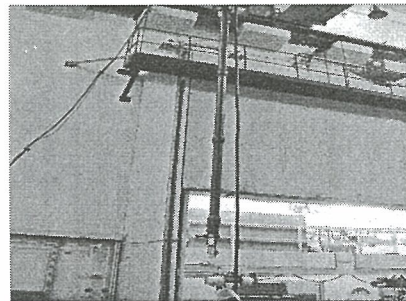


Fig. 1. Underwater spent fuel skeleton dismantling apparatus.

2.2 수중 골격체 고정장비

수중 골격체 고정장비는 수중에서 골격체를 고정하기 위한 고정프레임 및 클램프, 회전롤러 및 취급틀로 구성된다. 본 장비는 조사후연료시험시

설 저장수조의 깊이 및 핵연료 집합체 보관랙 등 사용 환경 조건 그리고 절단 대상인 3종의 골격체 즉, PLUS7, 16x16ACE7 및 17x17ACE7 골격체의 치수 등을 고려하여 설계되었으며, 설계요건에 따라 제작한 수중 골격체 고정장비는 그림 2와 같다.

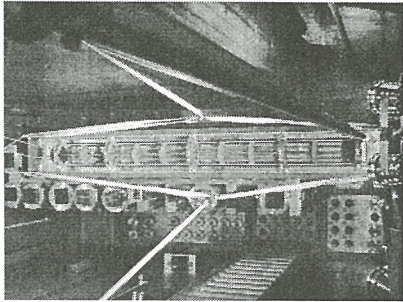


Fig. 2. Spent fuel skeleton fixing equipment installed in spent fuel storage pool at PIEF.

2.3 조사 PLUS7 골격체 해체 시험

PLUS7 사용후 핵연료 골격체를 대상으로 절단용 다이아몬드 휠을 사용하여 안내관 및 계측관을 절단하여(회전속도=1,000 rpm, 이송속도=1 mm/min) 구조부품 시편을 채취하였다. 사용후 핵연료 골격체 해체 및 절단작업은 조사후연료시험시설의 저장수조 내에 위치한 수중 골격체 고정장비에 PLUS7 골격체를 고정하고, 수중 골격체 해체장비를 사용하여 원하는 위치의 안내관 및 계측관을 절단하는 순서로 진행하였다(그림 3).

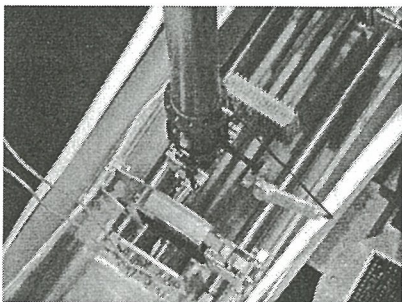


Fig. 3-1. PLUS7 skeleton fixing in spent fuel storage pool.

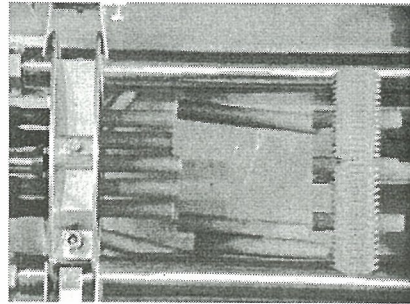


Fig. 3-2. Cutting view of PLUS7 guide tubes.

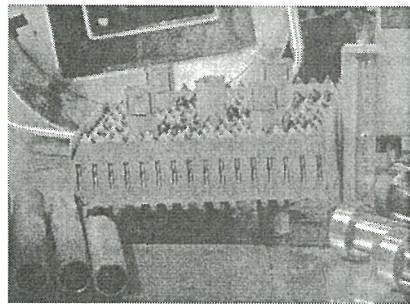


Fig. 3-3. PLUS7 mid grid & guide tubes transported to hot cell after cutting.

3. 결론

본 연구에서 개발한 장비 및 기술을 활용하여 채취한 사용후 핵연료 골격체 구조부품 시편은 절단 과정에서 구조부품 시편 자체 및 용접부에서 손상을 보이지 않았다. 따라서 향후 사용후 핵연료 집합체의 구조부품들에 대한 조사성능 특성 시험용 시편 채취에 널리 활용될 것이다.

4. 감사의 글

본 연구는 지식경제부가 시행한 전력산업연구개발사업의 일환으로 수행되었습니다.