

CEA 교체작업 시 발생된 고 방사성폐기물(Spider) 처리방안 소개

김건태, 오영일, 송대원, 송관석*, 이승재*, 이광식*

한일원자력(주), 경기도 안양시 만안구 안양7동 동영벤처스텔 3층

*한일플랜트서비스(주), 경기도 용인시 풍덕천동 수지샤르망오피스텔 409호

whitepinell@hanmir.com


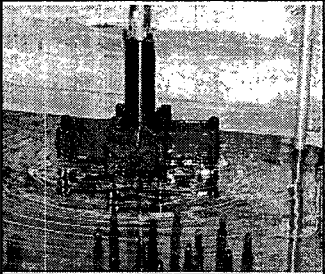
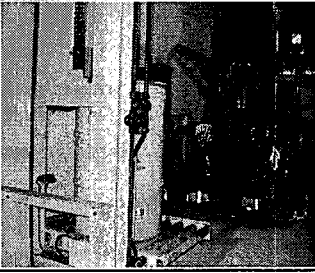
서 론

원자력 발전소에서 4 Finger 제어봉은 출력운전범위 내에서 노심반응도 및 출력 분포 제어를 위해 사용되며, 12 Finger 제어봉은 한 연료집합체의 주변 4개 모서리 안내관과 이웃 연료집합체 2개의 인근 안내관에 삽입되어, 제어봉집합체의 제어그룹 균형을 맞추고 강한 정지봉으로서 역할을 수행한다. 제어봉집합체는 중성자 흡수체 연소, 인코넬 625 재질의 허용응력, 연료집합안내관의 제어봉과의 간격 등을 고려하여 10년의 수명을 갖도록 설계되어 있다.(최종안전성보고서 4.2.3.4) 이 관련 규정에 따라 수행된 영광 3호기 계획예방정비 기간중 발생된 전강(Full Strength) 제어봉 집합체 교체 작업 후 생성된 방사성폐기물 처리 시 발생된 문제점을 보완하여 영광4호기 작업시 적용해 작업자의 피폭방사선량을 저감시킨 기법에 대해 소개하고자 한다.

본 론

제어봉의 구성 부품은 Spider (4 Finger와 12 Finger로 구분), Control Rod (Finger), Crimping Nut이며 73개의 제어봉으로 구성되어 있다.

1. CEA 교체 작업 공정 및 Spider 처리 공정

| | | |
|---|---|--|
|  |  |  |
| Cavity 내 엘리베이터를 이용 CEA 인양 | CEA에서 너트 제거 후 Tool을 이용하여 Spider 인양 | 너트와 Spider 운반 |
|  |  |  |
| 폐 Spider 드럼 장입 | 전동지게차를 이용 RWB로 이동 | Lift를 이용하여 RWB의 임시저장고에 보관. |

원자로 헤드 분해 후 상부 안내구조물(Upper Guide Structure) 인양 하여 상부구조물 안착대에 안착 시킨다. 상부구조물에서 ESA(Extension Shaft Assembly)와 CEA(Control Element Assembly) 분리작업을 시행한다. 분리된 CEA는 작업 Tool.를 사용 수면 30cm정도 까지 인양하여 Crimping Nut 제거 후 Spider를 인양 해 준비된 차폐 용기로 운반 처리한다. Spider가 제거된 제어봉은 절단하여 바스켓에 넣어 사용후 핵연료다발을 보관하는 수조에 보관 한다. 제거한 Crimping Nut 및 Spider는 사전 제작된 전용 차폐 운반 용기함에 넣어 발생 즉시 처리 하여 임시 저장용 차폐드럼에 운반 및 저장한다. 제거한 Crimping Nut 및 Spider 6~8개가 한 드럼에 채워지면 폐기물 처리건물 임시저장소로 이동 보관한다.

2. 피폭저감화 사례

1) 페스파이더 드럼 장입 및 임시저장소의 위치선정

3호기 계획예방정비시 드럼 장입 및 임시저장소의 위치가 기타 방사성폐기물의 처리 작업과 동시에 이루어져 Room 내의 공간방사선량률이 증가(50 μ Sv/hr→150 μ Sv/hr)하여 압축, 분류작업자의 피폭방사선량을 증가 시키는 원인이 되었다. 따라서 4호기 계획예방정비시에는 Spider 장입 위치를 기타 방사성폐기물의 처리 작업장과 분리하였다.

2) 전동지게차를 이용한 스파이더 드럼 이동

전동지게차를 이용 스파이더 드럼을 RWB로 이동하였다. 이동 시 작업자와 드럼사이에 납 차폐 및 충분한 이격거리를 두어 피폭저감효과를 기대하였다.

3) 스파이더 이동 전용 Cask의 제작 사용

3호기 제8차 계획예방정비 수행 시 사용된 이동용 Cask는 페 스파이더를 드럼에 작업자가 손으로 직접 장입하였으나 4호기 제8차 계획예방정비 수행 시에는 이러한 단점을 보완한 스파이더 이동 Cask를 제작하여 드럼에 장입 시 이동 Cask의 하부를 제거하면 드럼에 장입되는 방식을 사용함으로써 작업자의 피폭방사선량이 감소하였다.

결 론

| 구 분 | 총 피폭선량 (man-mSv) | 평균 Spider 접촉선량률 | 최대 Spider 접촉선량률 | 드럼 최대선량률 | 이동용기 최대선량률 |
|--------|---------------------|--------------------|--------------------|----------|---------------|
| 3호기 8차 | 5.99 | 26,000 | 50,000 | 10,500 | 20,000 |
| 4호기 8차 | 4.21 | 22,000 | 50,000 | 8,500 | 20,000 |

전장제어봉 교체 작업 후 발생한 방사성폐기물 처리에 대해 작업 전 충분한 사전 회의 및 검토로 Spider 차폐 전용운반함 제작 운용, 작업장소의 변경, 전동지게차 사용등으로 작업자의 피폭 방사선량을 30%정도 저감 하였고 분해한 Crimping Nut, Spider는 차폐드럼 저장시 최대한 조밀 저장으로 방사성폐기물 발생드럼의 수량을 최소화 하였다.

전장제어봉(Full Strength) 설계수명이 10년으로 되어 있어 향후 이와 동일한 작업이 반복적으로 수행될 것으로 예상된다. 그러므로 금번 작업을 토대로 향후 시행되는 작업에 대해서는 잘 된 점은 지속적으로 권장하고, 작업공정별 개선점을 도출하여 충분한 검토 후 수정, 보완하여 차기 동일 작업에 적용함으로써 작업자의 피폭방사선량 저감에 일조하는 계기가 될것으로 사료된다.