

## 연료결합시 O/H기간 격납건물 공기오염도 관리

김정근 · 이귀중 · 강준하 · 이준휘  
한국수력원자력(주) 영광원자력본부 제3발전소 방사선안전팀  
E-mail: ilvmh@khnp.co.kr

중심어 (keyword) : 연료결합, DAC, 격납건물 공기오염도

### 서론

영광 5호기 6주기 운전중 발생한 연료결합에 따른 방사성기체 영향을 6차 O/H기간('09. 8.23~9.23) 최소화하기 위해 과거 유사사례를 분석하고 관련 부서 실무담당자가 참여하는 Task Force팀을 구성하여 격납건물내 공기오염도 저감관리 최적방안을 도출 및 수립('09. 8.17)하여 수행한 바,

5호기 以前 주기(5주기) 對比 6주기 원자로냉각재 방사성옥소(I-131) 증가방사능 농도(최대값 기준)가 약 10배 높은 수준임에도 불구하고 O/H기간 격납건물내 I-131 농도는 평균 0.3 DAC(\*) 수준을 유지하였으며 작업자 호흡방호장비 미착용 기준인 1 DAC 미만을 만족하였다. (5호기 5차 O/H기간 I-131 평균 농도 : 1.5 DAC, 최대 6.3 DAC)

上記 격납건물내 공기오염도 최적관리에 의해 방사선관리구역 작업종사자 피폭선량 뿐만 아니라 방사성폐기물 발생량 저감, O/H 공기단축, 방사선 안전관리 업무량 감소효과가 있었으며 O/H기간 동안 방사선 작업환경 개선에도 크게 기여하였다.

\* DAC(유도공기중농도) : 원자력법 시행령 제2조 38항 1 DAC 초과시 반면마스크, 10 DAC 초과시 전면마스크 착용

### 원자로냉각재(RCS) 방사능 현황

표 1. RCS I-131 증가 방사능(최대값 기준)

구 분		5호기 6주기	5호기 5주기	6호기 5주기
I-131 증가 방사능 (Bq/cc)	운전중	9.88E+03	9.55E+02	2.50E+02
	정지시	3.33E+04	2.01E+04	9.03E+03

운전중 I-131 증가 방사능은 5주기 대비 약 10배, 6호기 5주기 대비 약 40배 수준이며, 주기初 연료결합이 발생되어 다량의 방사성물질 용출로此番 O/H기간 철저한 공기오염도 관리가 요구되었다.

### 공기오염도 저감방안 수행

표 2. 주요 단계별 추진내용

구 분	추진 내용
1단계 (계통 개방 前)	<ul style="list-style-type: none"> <li>탈기, 체적제어탱크, 가압기 배기</li> <li>CVCS 정화</li> </ul> RCS 내부 방사성 옥소, 입자 液狀 및 氣狀에서 최대한 제거
2단계 (계통 개방 時)	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요기기 주름관 체결 및 저체적 퍼지계통으로 배출</li> <li>- PZR, SG, Rx Head</li> </ul> 高방사성 기체 격납건물 확산 방지
3단계 (계통 개방 後 ~ O/H종료)	<ul style="list-style-type: none"> <li>이동형 옥소포집장비 운영</li> <li>- 550 CFM 3대, 170 CFM 3대</li> <li>격납건물 저체적 퍼지 및 재순환 정화</li> </ul> 격납건물 공기중 오염도 저감

## 추진 결과

표 3. 격납건물內 주요 작업공정별 공기오염도 추이

작업 공정	격납건물 142' I-131 (DAC)	
	5호기 6차(*)	5호기 5차
PZR M/W 개방	0.16 (16.0배↑)	0.01
S/G M/W 개방	0.21 (1.75배↑)	0.12
Stud Bolt Detension	0.21 (0.12배↓)	1.73
Rx Head 인양	0.76 (0.28배↓)	2.68
연료 인출	0.29 (0.07배↓)	4.18

\* 5호기 5차 O/H 대비 증감율

격납건물 142' I-131 농도가 Stud Bolt Detension 시점부터는 약 2/10 이하(평균 0.3 DAC) 수준으로 유지되었으며, 계통개방 시에도 주름관을 이용한 배출로 격납건물 내 확산이 최소화 되어 거의 변화가 없었다. 계통개방 후에도 이동형 옥스포집기 및 격납건물 재순환계통 정화운전 결과, 방사성옥소는 평균 0.3 DAC, 최대 0.85 DAC로 以前 주기(5주기)와 비교하여 크게 개선되었다.

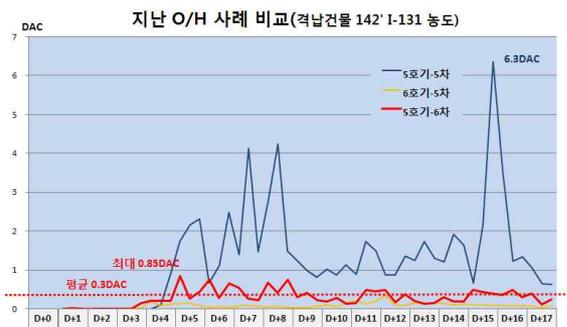
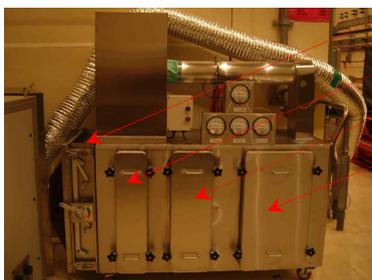


그림 1. 이동형 방사성옥소 포집기



주름관 체결장치  
전단 필터  
HEPA 필터  
활성탄 필터

그림 2. 격납건물 142' 옥스포집기 사용 실례



## 효과 분석

공기오염도 저감방안 적용결과 작업종사자 피폭선량 및 방사성폐기물 발생량이 목표대비 크게 감소하였으며 호흡방호장비 미착용에 의한 작업효율 개선으로 O/H 공기단축, 방사선안전관리 업무량 감소효과가 있었다.

상기 효과를 예산절감으로 환산한 결과 약 17.4 억원이며 전 원전 확대적용 시 연간 약 24.3 억원의 예산 절감 효과가 있는 것으로 분석되었다.

표 4. O/H 종사자 피폭선량 및 폐기물발생량 저감

구분	계획	실적	저감율
피폭선량(man-mSv)	710	621	13%
폐기물(드림)	66	42	36%

## 결 론

영광 5호기 6차 O/H기간 중 격납건물 내 공기오염도를 주요공정 단계별 체계적인 관리로 방사성옥소 농도가 매우 만족한 수준으로 유지됨에 따라 향후 타 원전에서도 연료결합 발생시 확대 적용할 수 있도록 동 업무 수행절차를 지침서 『연료결합시 O/H 기간 격납건물내 공기오염도 관리』로 개발하여 활용할 수 있게 하였다.