

원자로 정지시 CVCS L/D 배관 방사선량률 측정

김 지 태 · 이 광 섭 · 윤 기 주*

(주)한국원자력 엔지니어링, *한국수력원자력(주)고리2발전소 방안팀

E-mail: adr02@hanmail.net

중심어 : 계획예방정비, 화학처리, 화학체적제어계통, 유출수계통

서 론

원자력발전소의 계획예방정비시 작업자의 피폭량을 감소시키기 위해 계통내에 흡착되어 있는 코발트, 니켈 등의 방사화물질을 효과적으로 제거하고 비정상적인 크러드 방출을 억제시키는 원자로 정지시 화학처리를 수행하게 된다. 이러한 화학처리(Shutdown Chemistry)과정에서 계통내 산화물층에 함유되어 있는 방사화물질을 분해 및 용출시켜 추출된 입자와 이온성 방사성물질을 제거하는 계통정화처리과정을 거친다. 이때 화학처리과정을 확인하기 위하여 계통외부의 측정지점과 측정시점을 아래와 같이하여 평가 하였다.

측정지점은 증기발생기 A, B, C의 Hand-hole 과 Man-way 각각 3지점의 6개 지점, RCP A, B, C의 3개 지점 등 총 9개 지점 이며 측정시점은 RCP 배수 전, 후 및 RCS 온도 포인터(150°C와 82°C) 등 4단계 시점이다.

이와 같은 방법에서는 다음과 같은 문제가 있었다.

1. 데이터에 대한 신뢰성이 떨어 졌다.

원인으로는 측정지점 자체가 고방사선량률 지점으로 화학처리 과정 중에 측정치의 변동 폭이 작았고, 측정자가 교대로 수행하고 있어 인적 오차가 있어 화학처리 효과 평가에 미흡한 점이 있었다.

2. 측정지점이 격납용기 내부에 위치하고 있어 측정자의 피폭량과 측정시간이 증가하는 요인으로 작용했다. 이런 문제점을 해소하기 위하여 측정지점과 측정방법을 개선하기 위하여 다음과 같은 방법을 선택 하였다.

측정방법의 개선

우선 원자로냉각재의 방사선량률 대표하여 측정할 수 있는 측정위치를 과거 원자로건물내 고방사선량률 지점으로 정했던 것을 그림1 같이 화학체적제어계통(Chemical & Volume Control System)상의 고방사선량률 지점이 아닌 보조건물내유출수계통(Letdown System)의 시작점인 혼상탈염기(Mixed Bed Demineralizer)전단과 VCT(Volume Control Tank)실 내에 RC Filter 후단으로 변경설정 하였다.

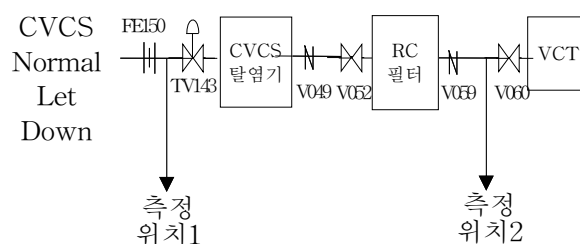


그림1. 측정위치 개략도

실제 현장설치는 그림2 와 같이 고정형 검출기 및 노트북 PC를 설치하여 24시간 연속 감시를 하였으며 필요시 1분, 10분, 1시간, 24시간 평균 데이터를 취득 할 수 있도록 구성 되어졌다. 이러한 시스템은 1차 냉각재계통의 정화처리 전/후 선량률 변화 추이를 한눈에 알 수 있었고 원자로 정지시 화학처리를 최적화하는데 데이터를 제공하였다.



보조건물 74' 유출수 밸브실내 탈염기 전단 (BG FE150과 TV143사이배관)

그림 2. CVCS L/D 배관 방사선측정 장비 설치

결과 및 고찰

표1. 정지화학처리시 단계별 방사선측정 결과 (단위: mR/hr)

구 분	K4R19		
	일시	경과시간(hr)	측정결과
원자로정지	'10.05.10 (10:00)	0	51.3
RCS온도150℃	-	-	-
RCS온도82℃	'10.05.10 (20:18)	11	118.4
H ₂ O ₂ 처리시작	'10.05.11 (11:00)	25	125
Co-58 방사능최고값	'10.05.11 (12:30)	27	207.3
H ₂ O ₂ 처리완료	'10.05.12 (11:00)	49	123.4
RCS 배수시작	'10.05.12 (13:00)	51	118
RCS 배수완료	'10.05.12 (22:00)	60	89.8

표1은 보조건물 74피트 CVCS M/B 탈염기 전단 ((BG-FE 150과 TV 143 사이 배관) 계측장비에서 관찰된 것으로서 원자로 정지 후 27시간 이후에 가장 높은 방사선량을 기록된 것을 볼 수 있다. 이것은 과산화수소 주입 1시간 30분 후('10.05.11, 12:30) Co-58 농도가 최고값에 도달한 것과 일치하는 것을 확인 할 수 있었다.

표2. 정지시 Co-58 방사능 현황

구 분	18주기	19주기	비 고
Rx. 정지시 Co-58농도(μCi/g)	4.58E-03	1.03E+00	
Co-58 최대농도(μCi/g)	4.75E+00	5.00E+00	
Co-58 최대농도 도달시간(hr)	31.5	26.0	Rx.정지 후 ~ 최고농도
배수시 Co-58 농도(μCi/g)	1.89E-01	1.12E+00	

이러한 일련의 방법등을 통하여 우리는 과거의 원자로 정지시 원자로건물내 주요 지점에 대한 방사선량률 측정 방식을 개선하였다.

따라서 방사선량률 측정 행위를 간소화 하여 측정자의 피폭을 획기적으로 억제 할 수 있었고, 또한 방사선량률 측정시 개인간의 오차와 측정지점에 따른 에러가 배제된 신뢰성 있고 연속적인 자료를 취득 할 수 있었다.



그림3. 원자로 정지화학시 연속 선량률

결 론

격납용기내 보다 낮은 방사선량률 지점을 선정함으로써 그림3과 같이 화학처리(Shutdown Chemistry)과정의 방사선량률 트렌드가 주변 방사선영향이 적어 효과적으로 알 수 있고 또한, RCS 배수 및 배수완료 시점을 쉽게 파악 할 수 있으므로 계획예방정비 공정 관리와 피폭관리에 큰 도움이 되었다.

결과적으로 4호기 19차 계획예방정비중 종사자 집단 선량은 목표 763 / 실적 560 man-mSv(TLD 관독선량 기준)로 계획대비 약 27%를 저감 하여 고리 2발전소 운영 이래 가장 낮은 수준의 실적을 기록하였다.

참 고 문 헌

1. 고리4호기 19차 O/H 방사선안전관리 결과보고서
2. 고리4호기 19차 O/H 정지시 화학처리 결과보고서