

계획예방정비 시 격납용기 기체폐기물 방출관리 강화

김남천

케이엔디티앤아이 주식회사

gimn@naver.com

요 약

원자력발전소는 기체폐기물의 90% 이상을 계획예방정비기간 중에 방출한다. 기체폐기물 방출은 filter를 거치지 않고 대량 방출하는 고체적 방출과, filter를 거쳐 방출하는 저체적 방출이 있다. 고체적 방출은 방출농도계수가 5842, 저체적 방출은 계수가 183052로 이 이하로 방출만 하면 발전소 제한구역(EPB Emergency Planning Zone)에서의 법적허용치 농도 ECL(Environmental Control Limit)를 초과하지 않게 된다. 원전에서는 현재 기체방출 시 이 기준치(농도계수)의 1/10을 자체관리 기준치로 하여 적용하고 있다. 실제 울진3호기 4차O/H 시 그 실적을 파악해 본 결과 고체적 방출 시 방출농도계수가 최대 312, 저체적 방출 시는 최대 707을 넘지 않아 허용방출 농도계수와 비교하면 비교가 되지 않을 정도로 낮게 방출하였음을 확인하였다

중심어:저체적 방출, 고체적 방출, 방출 농도계수, 배출 관리기준

I. 서론

원전의 방사성 기체폐기물 방출은 원전이 운전 중이거나 또는 계획예방 정비(O/H) 시 방출하고 있다. 그러나 실제 기체폐기물 방출실적을 보면 O/H 시 방출이 대부분이고 운전 시는 격납용기 압력조절용으로 방출하는데 그 양이 많지 않으므로 여기에서는 O/H 중에 어떻게 기체폐기물 방출을 최소화 하고 있는지에 대해서 설명해 보고자 한다.

II 본 론

1. 기체폐기물 방출 절차

원전은 O/H 공사에 들어가기 전 작업자들의 격납건물 출입 시 방사성 기체에 의한 불필요한 피폭을 방지하기 위해 방사성 기체를 방출 한다.또 O/H 공사 중 각종 기기, 배관, 모타, 펌프동 시설이나 시스템을 개방 시 격납건물의 방사성 기체의 준위가 올라가는 것을 낮추기 위해 기체를 방출 한다.기체폐기물 방출에는 저체적 방출(LVP)과 고체적 방출(HVP)이 있다.LVP은 소량 방출로 방사성 옥소나 입자를 제거하기 위해 기체가 활성탄 여과기/입자여과기를 거쳐 방출하도록 하는 방식 이다.이때 각 여과기의 제염계수를 통상 100으로 본다. 또 HVP은 정비공사가 들어가기 전 격납건물 기체를 완전히 배기하는 것으로 배기시 기체정화계통을 거치지 않고 방출 한다.발전소 절차서에 의한 방출조건을 보면 다음과 같다. 즉, 방출시료 분석의 최소화 검출 하한치(LLD)를 만족해야 한다(주요 감마 방출체는 3.7Bq/m^3 ,삼중수소는 0.037Bq/m^3)/ LVP 시 농도계수가 18300 이하, HVP 시 농도계수가 580 이하(부득이 한 경우 예외)/LVP은 모든 운전모드에서 사용 하고 HVP은 운전 모드 5,6에서만 적용된다.

2. 방출 농도계수

기체폐기물 방출 시 그때 마다 발전소 비상계획구역(EPB)에서의 방사능 농도를 구해 배출기준치(ECL)와 일일이 비교하여 초과여부를 확인하지 않는다. 이는 일이 번거로우므로 실제 발전소에서는 방출할 방사능 농도를 측정하여 ECL를 초과하지 않을 것으로 판단되면 먼저 방출하고 사후 평가하여 ECL를 초과하지 않았다는 자료를 확보하고 있다. 방출 방사능을 평가하기 위해 농도 계수를 사용하는데 방출시 이 농도계수를 초과하지 않으면 안전 하게 방출된 것으로 본다. 농도계수는 ECL에 대한 격납용기 방출점(RMS RE-037 CV 배기구 감시기 skid에서 시료채취))에서의 방사능 농도 비율 이다. 저체적 방출은 Charcoal /HEPA 여과기를 거쳐 1,500cfm 용량의 배기팬을

통해 방출 된다.그 후 대기확산인자(X/Q)로 희석이 되어 EPB에 도달하게 된다. 따라서 방출 전 기체가 얼마나 희석되어 경계에 도달하느냐의 희석정도를 고려하여 배출하면 된다. 이를 방출농도 계수라 한다. 즉, $1 / [28320(\text{cm}^3/\text{ft}^3) \times 1500(\text{ft}^3/\text{min}) \times 1/60(\text{min}/\text{sec}) \times 7.72 \times 10^{-12}(\text{sec}/\text{cc})] = 183052$ 이다. ECL 비율과 같이 방출하면 ECL와 같게 되고 이 계수 이하로 방출 시 ECL 이내가 된다. 마찬가지로 HVP의 배기팬 용량이 $47000(\text{ft}^3/\text{min})$ 이므로 이 값을 넣어 계산하면 농도계수가 5842가 된다. 그러나 원전 자체의 관리기준치는 이것의 10분지 1로 정하여 쓰고 있다. 여기서, ECL은 일반인이 이러한 농도를 갖고 대기 중으로 배기되는 방사성물질을 흡입할 경우 받는 피폭선량이 일반인의 선량한도에 해당되는 유도된 숫자이다.

3.기체폐기물 방출 실적

ECL 값으로 EPB에서 일년 365일로 상존한다면 일반인 피폭선량 제한치인 1mSv/yr에 해당 된다.(표1.참조). 울진 3호기 4차 O/H 중 방출 실적을 보면 표2와 같이 LVP 4회, HVP 3회등 총 7 회 방출 하였다.중요 작업이 있어 배출한 경우를 보면 11월 28일은 증기발생기 작업자 출입구 개방 후 15분간, 또 11월15일 원자로 냉각재계통 114.5피트 층수 중 저체적 방출을 했고, 12월1일은 원자로 상층부 인양 후 HVP 방출을 했다. O/H 중 방출한 7회에 대해 개별 핵종에 대한 농도계수 대신 불활성 기체, 옥소, 입자성 핵종에 대한 혼합 농도계수를 계산해 본 결과 표2와 같이 LVP 18300, HVP 580을 초과한 경우가 단 한 건도 없었다.

표1. 중요 핵종의 배출관리 기준치

핵종	배출기준 (Bq/m ³)	핵종	배출기준 (Bq/m ³)
Ar ⁴¹	5.0×10 ²	I ¹³¹	3.0
Kr ⁸⁵	1.0×10 ⁵	I ¹³²	2.0×10 ²
Kr ^{85m}	5.0×10 ³	I ¹³³	20
Kr ⁸⁷	8.0×10 ²	I ¹³⁴	5.0×10 ²
Kr ⁸⁸	3.0×10 ²	I ¹³⁵	81
Xe ^{131m}	9.0×10 ⁴	합계	8.03×10 ²
Xe ¹³³	2.0×10 ⁴	Cr ⁵¹	2.0×10 ³
Xe ^{133m}	2.0×10 ⁴	Mn ⁵⁴	50
Xe ¹³⁵	3.0×10 ³	Co ⁵⁸	50
Xe ^{135m}	2.0×10 ³	Fe ⁵⁹	20
Xe ¹³⁸	6.0×10 ²	기타	2.0×10 ²
합계	2.42×10 ⁵	합계	2.32×10 ³

표2. 기체폐기물 방출에 따른 혼합 농도계수

기간	방출 형태	농도계수	주요작업
11/23 15:30~16:12	저체적	불활성31.8 옥소0.58 입자0.02	
11/24 14:13~14:41	저체적	불활성34.1 옥소2.26 입자0.01	
11/25 00:44~01:47	고체적	불활성26 옥소4.01 입자0.01	
11/28 08:47~09:02	저체적	불활성707 옥소225	11/28 02:20~03:55 SG Manway 개방
11/28 12:12~11/30 00:10	저체적	불활성696 옥소361	11/28 15:32~18:55 RCS114.6피트
11/30 00:32~12/1 02:53	고체적	불활성312 옥소300	
12/1 06:36~17:21	고체적	불활성24.2 옥소44.7	12/1 03:57~05:40 Rx Head 인양

III. 결론

울진2발은 ECL를 만족하는 농도계수 보다 10분지 1이 적은 LVP 18300, HVP 580을 적용하고 있다. 그러나 이 숫치는 EPB에서 365일간 이 농도로 방출 된다고 하고 설정된 값이나 실제로 일년 내내 이 농도로 방출되는 것은 아니고 O/H 기간 중 몇 시간 동안만 방출한다는 것을 감안하면 원전의 방사성 기체폐기물 배출관리는 매우 보수적으로 엄격히 관리하고 있다고 할 수 있다.

IV.참 고 문 헌

- [1].과기부 고시 제2002-23 별표3 방사성물질의 연간 섭취한도,유도공기 중 농도 및 배출기준
- [2].울진2발 방사-31 격납건물 기체폐기물 방출관리
- [3].울진2발 FSAR 표11.3-7 정상운전시 제한구역경계에서의 방사성핵종별 공기중 비방사능.