

PJ1 사용후핵연료 차세대관리 종합공정 실증시설의 방사선원에 대한 환경영향평가

국동학*, 정원명, 조일제, 구정희, 유길성
한국원자력연구소

1. 서 론

사용후핵연료 차세대관리 종합공정은 고온의 염화리튬용액속에서 이산화우라늄을 금속우라늄으로 전환하고, 고발열성 핵종인 Cs과 Sr을 효율적으로 제거하여 사용후핵연료의 부피, 발열량 및 방사선의 세기를 감소시키고, 처분용기의 소요량과 처분장의 소요면적을 1/2이상으로 축소시킬 수 있는 연구를 수행하고 있다. 이 공정을 실증하기 위한 차폐시설의 확보를 위하여 조사재시험시설의 지하에 있는 예비 핫셀을 공정의 특성 및 용도에 맞게 설계변경하여 사용하며 이에 따른 시설의 안전성 확보를 위해 실증시설의 운영시 발생하게되는 방사선원들이 주변 환경에 미칠 영향을 평가하는 것이 이 연구의 목적이다.

2. 방사선원 결정

차세대관리 종합공정[1,2]은 건식 처리공정이고, 공정에서 필요한 냉각도 불활성 가스인 아르곤(Ar) 가스를 사용하게 되므로 액체 방사성 폐기물은 발생하지 않으며, 기체 및 고체 방사성 폐기물만 발생하고 연간 핫셀내 방사능 취급량을 실증 공정 범위, 공정 운전 개념, ORIGEN-2 전산프로그램 계산 결과를 기준으로 하여 핵종별 질량과 방사능을 계산하였다. 주된 배기체 종류는 사용후핵연료에 포함되어 있는 핵분열생성물 중 공정조건에 따라 기화되어 배출되는 것으로서, H-3, Kr, Xe, I 등 fission gas와 고온에서 방출되는 Cs, Sr, Ru 화합물 등이 있다. Fission gas는 대부분이 분말화 공정에서 배출되며, 잔류하게되는 fission gas들은 금속전환 공정이나 smelting 공정에서 방출되고 나머지 Cs, Sr, Ru은 주조 공정에서 전량 방출된다. 위와 같이 발생하는 기체 방사물질들을 처리하기 위한 배기체 처리장치로서 HEPA 필터를 설치하여 미처리된 배기체를 처리한 후 핫셀의 주환기계통을 거쳐 하나로의 스택을 통해 환경으로 방출되므로 환경으로의 방출량은 배기체 처리장치의 제거율에 영향을 받는다.

3. 평가방법

대기확산인자는 본 연구소의 환경팀에서 작성한 보고서[3]의 조사재 건물에 대한 값을 사용하였다. 이 값은 NRC Regulation Guide 1.111에 제시된 모델[4]을 바탕으로한 XOQDOQ프로그램의 결과값이다. 본 시설에서 방출된 방사성물질은 하나로의 굴뚝을 통해 외부로 방출되므로 고도방출에 해당하며, 기상관측탑의 67 m 높이에서 측정된 자료를 사용하였다. 기상데이터는 해당 시설을 중심으로 16개의 방위와 반경 80km내의 10단

계 거리에서 측정된 값을 바탕으로 분석된다. 주민피폭선량의 계산은 과기부 고시[5]에서 반영시킨 ICRP 60 신권고의 선량환산인자를 적용한 GASDOS 프로그램을 통해 수행하였으며 피폭연령군은 성인, 십대, 소아, 유아의 4개 연령군으로, 피폭장기로는 유효선량(전신)과 갑상선에 대해 중점을 두었다.

4. 결 론

방사성물질로 인한 부지 주변의 개인최대피폭선량을 계산하여 관련 규제기준과의 비교를 표1에 나타내었다. 공기중 베타흡수선량, 감마 흡수선량, 외부피폭에 의한 유효선량 및 피부 등가선량은 Kr85가 주된 원인으로 공정중 발생량이 전량 환경으로 방출된다는 가정하에서도 안전한 수치를 보이고 있다. 장기등가선량은 소아 연령군의 소화기에서 최대 수치를 나타냈으며 Sb와 Ru이 주된 원인으로 분석되었고 이 역시 규제기준을 만족함을 알 수 있다. 그밖에 장기 중 갑상선에 대한 분석을 한 결과 Cs, I, Sb등이 주된 영향을 주는 것으로 나타났다. 방사선 피폭 영향 분석에 있어서 일반적으로 Cs과 I에 대한 평가가 매우 중요한데 본 연구의 결과에서 큰 영향을 미치지 않은 것은 각 공정별 방출량에 대한 설정과 효과적인 배기효율 계산에 원인이 있는 것으로 판단된다. 좀더 자세히 살펴보면 Cs는 여러단계의 공정을 통해 전체 양의 대부분이 폐용융염 속에 잔류하고 단지 2.3% 정도만 금속우라늄과 같이 남아 다음 공정으로 이어져 Cs trap과 HEPA 필터를 통하게 된다. 또한 갑상선에 가장 큰 영향을 주는 핵종으로 알려진 I-129의 경우는 요오드를 제거하기 위한 요오드 trap의 설치로 인해 그 영향을 대폭 줄일 수 있었다.

표 1. 규제기준과 평가 결과의 비교

평가 항목	기 준 (mSv/yr)	평 가 (mSv/yr)	분율 (%)
공기중 베타 흡수선량	0.20	5.05E-02	25.11
공기중 감마 흡수선량	0.10	4.43E-04	0.44
유효선량	0.05	5.35E-04	1.07
피부 등가선량	0.15	3.49E-02	23.23
장기 등가선량	0.15	2.67E-02	17.78

참 고 문 헌

- 한국원자력연구소, 차세대관리종합공정 실증시설 개념설계보고서, KAERI/TR-2092/2002
- 한국원자력연구소, 차세대관리종합공정 실증시설 설계요건서, KAERI/TR-2004/2002
- 한국원자력연구소, 대덕 원자력관련시설의 운영중 방사선 환경영향평가(2002년보)
- 한국에너지연구소, 고리주변 환경종합평가 및 관련모델 개발, KAERI/NSC-397/89
- 한국방사성동위원소협회, 과학기술부 고시 제2002-23호, "방사선방호 등에 관한 기준"