

국내 원전의 액체 방사성유출물 배출 현황 및 특성평가

육대석, 정승영, 이아란, 이윤근

한국원자력안전기술원, 대전광역시 유성구 구성동 19번지

dsvook@kns.re.kr

1. 서론

한국원자력안전기술원에서는 매 분기별로 원자력 관계사업자의 방사성폐기물 관련 안전정보를 접수받고 있다. 이러한 정보는 방사성폐기물 안전관리 통합정보 시스템(WAste Comprehensive Information Database, WACID)을 통하여 일반인에게도 제공되고 있으며, 제공되는 정보 중 원자력 이용시설의 운영 과정에서 환경으로 배출되는 방사성물질의 수량은 해당 시설의 운전성능과 환경부하에 대한 평가지표로 활용될 수 있다[1,2]. 이러한 이유로 현재까지 국내에서는 국내·외 원전의 방사성유출물 배출현황과 경향을 폐기물처리계통의 특성과 노형별로 분석한 결과를 제시하고 있으며[1,2,3,4], 본 연구에서는 이러한 연구의 일환으로 2003년부터 2009년까지의 액체 방사성유출물의 최신자료를 바탕으로 부지별, 호기별 및 폐기물처리 계통별 경향성을 분석하였다. 삼중수소의 경우, 액체 유출물의 대다수를 차지하지만 현재까지 뚜렷한 특이사항이 발견되지 않았으며 액체폐기물처리계통을 통하여 제거되기 어렵기[1] 때문에 금번 연구에서는 제외하였다.

2. 본론

2.1 부지별, 연도별 액체유출물 환경배출량

액체유출물을 통해 환경으로 배출되는 방사성물질은 주로 핵분열 및 방사화생성물과 삼중수소가 대부분을 차지하고 있다. 그림 1에서는 국내 원전의 부지별/연도별 방사성유출물의 환경배출량 중 삼중수소를 제외한 값을 도시하였다. 영광 부지의 경우, 2006년까지의 액체폐기물 배출량이 기타 부지의 경우와 비교하여 상대적으로 높은 경향성을 확인할 수 있다. 이를 개선하고자 영광 5,6호기는 원심분리기(전처리) 및 이온교환설비를 이용하여 액체폐기물을 처리하는 시설에 전처리설비로 마이크로필터(MF) 및 역삼투압설비(RO)를 2006년 신규 설치하였다. 이후로 환경으로의 액체유출물 배출량이 감소하여 최근 3년간의 경향은 타 부지와 유의할 만한 차이를 보이지 않고

있다[3]. 또한, 울진 5,6호기의 경우에도 입자성물질의 제거성능 향상을 위해 전처리설비를 2008년 7월에 신규 설치함에 따라 유출물 감소 경향을 보이고 있다.

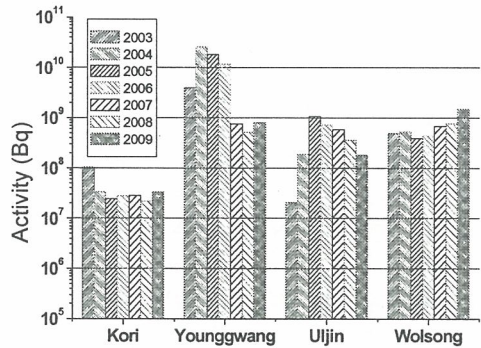


Fig. 1. Comparison of NPP site annual average liquid effluent data (based upon the annual data from 2003 to 2009)

고리 부지의 경우, 다른 경수로를 운영 중인 부지에 비하여 운영호기수와 열출력이 낮기 때문에 환경으로의 액체 유출물이 낮은 결과를 보인다.

2.2 호기별 액체유출물 환경배출량

각 발전소 별 열출력 및 폐기물 처리 계통 차이

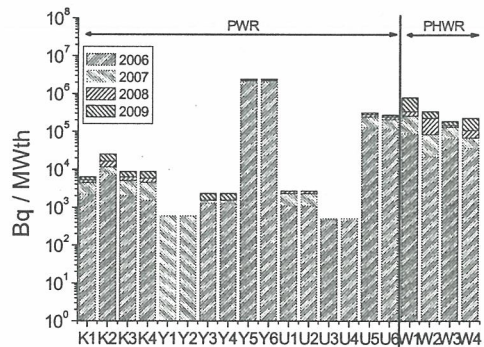


Fig. 2. Comparison of NPP's accumulated liquid effluent data (based upon the annual data from 2006 to 2009)

에 따른 상호비교를 위하여 각 발전소 호기별로 열출력당 액체 유출물 환경 배출량을 그림 2에 도시하였다. 각 호기별로 열출력(MW_{th})당 액체 유출물의 환경 배출량을 평가해 보면 액체폐기물 처리계통으로써 증발기를 채택하고 있는 가압경수로형 원전(고리1,3,4호기, 영광 1,2,3,4호기, 울진 1,2,3,4호기)에서 낮은 배출량을 유지하고 있음을 확인할 수 있다. 이온교환설비를 사용하는 가압중수로형 원전(월성1,2,3,4호기)는 영광 5,6호기 및 울진 5,6호기와 비슷한 수준의 환경 배출량을 보이고 있다. 액체 유출물의 환경 배출량은 노형별 차이보다 액체 폐기물 처리계통에 따른 차이가 주요한 원인임을 알 수 있다. 또한, 이미 기술한 바와 같이 고리 부지가 다른 부지에 비하여 부지별 액체 유출물 환경 배출량이 적은 이유는 적은 호기수와 낮은 열출력에 기인한 것으로 열출력당 액체 유출물 환경 배출량은 신규 원전에 비해 다소 높은 경향을 보이고 있음을 알 수 있다.

2.3 액체폐기물 처리 계통 성능 개선 효과

위에서 이미 기술한 바와 같이 원심분리기(전처리) 및 이온교환설비를 이용하여 액체폐기물을 처리하던 영광 5,6호기는 전처리 설비로 마이크로필터(MF) 및 역삼투압설비(RO)를 신규 설치한 2006년 이후로 환경으로의 액체폐기물 배출량이 감소하였고, 이를 정량적으로 확인하기 위하여 2003년부터 2009년까지의 삼중수소를 제외한 액체유출물의 배출량을 그림 3에 제시하였다.

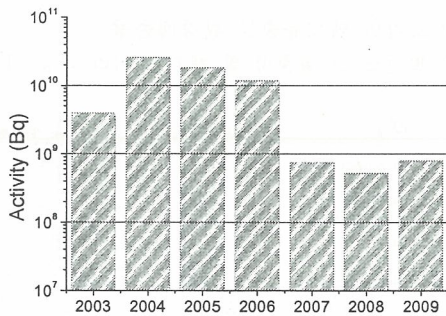


Fig. 3. Annual liquid effluent data in Younggwang 5,6. (based upon the annual data from 2003 to 2009)

그림에서와 같이 전처리 설비를 신규 교체한 영광 5,6호기는 2007년부터 환경으로 배출되는 액체 유출물이 연간 기준으로 1-order 정도 감소한 것

을 확인할 수 있다. 이러한 전처리 설비 개선은 울진 5,6호기에도 적용되었기 때문에 향후 2~3년간의 울진 액체폐기물 배출량 자료가 축적되면 처리계통 성능 개선 효과가 확인될 수 있을 것으로 기대된다.

3. 결론

본 연구에서는 삼중수소를 제외한 액체폐기물 처리 계통을 통하여 환경으로 배출되는 액체유출물을 각 발전소 부지, 호기별 및 열출력, 폐기물 처리 계통별로 경향성을 분석하여 배출량 특성을 확인하고자 하였다. 그 결과 고리 부지가 적은 호기수와 낮은 열출력으로 인하여 다른 부지와 달리 환경으로 배출되는 액체유출물의 양이 적음을 확인할 수 있었다. 또한, 호기별로 폐기물 처리계통에 따른 액체 유출물 배출량 평가를 통하여 증발기가 설치되어 있는 발전소가 역삼투압 및 이온교환수지가 설치되어 있는 발전소에 비하여 2~3 order 정도 낮은 수준을 유지하고 있음을 확인하였다. 또한, 액체폐기물 처리 계통의 전처리 설비를 개선함으로써 1 order 정도의 환경 배출량을 감소시킬 수 있음을 확인하였다.

4. 참고문헌

- [1] Jae Hak Cheong, et al., "Comparison of Domestic Nuclear Reactor's Liquid Effluent Data to Foreign PWRs". 한국원자력학회, 2004년 추계학술발표회, 2004.
- [2] Jae Hak Cheong, et al., "Preliminary Studies on the Comparison of Domestic PWRs' Gaseous Effluent Data to Foreign PWRs". 한국방사성폐기물학회, 2004년 추계학술발표회 논문요약집, 2004.
- [3] 우주희, 정승영, "국내원전의 방사성유출물 배출 현황과 경향분석". 한국방사성폐기물학회, 2008년 추계학술발표회 논문요약집, pp.391-392, 2008
- [4] Jae Hak Cheong, et al., "Statistical Analysis of Radioactive Effluent Data from Korean Pressurized Heavy Water Reactors - 1991 to 2008", 한국방사성폐기물학회, 2009년 추계학술발표회 논문요약집, pp.421-422, 2009