

하나로 시설에서의 방사성 폐기물 처리 현황 - 2006년도를 중심으로 -

이문, 최호영, 안국훈

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

mlee@kaeri.re.kr

하나로 운영 중 발생된 방사성 폐기물은 원자력법 제 103조, 동법 시행규칙 제 125조 및 별표 6의 제 1호와 과학기술부 고시의 배출관리 기준, 설계기준 제 2002-23호 제 6조(배출 관리 기준) 및 제 16조(환경 상 위해방지) 규정에 의거 성상별로 그 발생량과 처리량을 기록·분석하고 있다.

본 연구에서는 2006년 발생된 고체, 액체 및 기체 방사성 폐기물의 발생량과 처리현황을 기술하였다. 또한 2006년도에 발생된 폐기물 처리 결과를 전년도와 비교해 봄으로써 예상 폐기물 배출량과 처리비용 마련 등 방사성 폐기물의 발생 및 처리에 관한 계획 관리를 효율적으로 수행할 수 있었다.

- 기체 방사성 폐기물

하나로 운영 중 발생된 기체 방사성 폐기물은 환경으로 방출되기 전에 프리 필터(pre-filter)와 헤파 필터(HEPA filter), 그리고 charcoal 필터(charcoal filter)를 거쳐 하나로 시설 굴뚝을 통해 배출된다. 원자로실과 RCI (Reactor Concrete Island)로부터 굴뚝으로 배출되는 공기는 굴뚝 방사선 감시기에 의해 방사성 옥소(I-131), 아르곤(Ar-41) 및 트리튬(H-3)을 측정하고, 이러한 측정값이 유도방출 한도를 초과하지 않도록 관리하고 있다. 2006년 하나로 굴뚝에서 측정된 I-131의 총 배출량은 $1.83E+06$ Bq으로 원자로실과 RCI로부터 각각 $1.38E+06$ Bq과 $4.56E+05$ Bq이었다. 이와 같은 값은 2005년도와 비교해 볼 때 1/63로 감소하였다. 불활성 기체의 대표적 핵종인 Ar-41의 2006년도 총 배출량은 $4.63E+10$ Bq으로 원자로실과 RCI로부터 방출된 배출량은 각각 $4.49E+10$ Bq과 $1.44E+09$ Bq이었다. 이러한 배출량은 2005년도 값인 $2.39E+11$ Bq과 비교해 볼 때 원자로실이 약 1/5로 감소하였고, RCI의 경우에는 무려 1/9 이하로 감소한 값이다.

이러한 감소 이유는 I-131과 Ar-41 배출량의 평가 방법을 달리 하였기 때문이다. 2005년도까지는 굴뚝 방사선 감시기가 지시하는 값을 사용하여 배출량을 평가하여 왔지만 실제 배출량은 백그라운드를 훨씬 밑도는 값으로 조사되었다[1]. 2006년도 I-131의 평가 방법은 기존의 방법인 굴뚝 방사선 감시기로부터 배출된 배출 공기의 연속 측정 방법에서 굴뚝 방사선 감시기에 설치된 charcoal 필터를 분석함으로써 2005년도 대비 측정값이 1/10 이하가 되었다. 원자로실의 공기나 혹은 PTS(Pneumatic Transfer System)에서 주입되는 공기가 노심의 중성자에 의해 방사화되어 생성되는 Ar-41의 경우에는 원자로 가동과 정지 중일 때의 값이 다르게 분석되어야 하나 계측 값에 차이가 없었다. 이에 굴뚝 방사선 감시기의 백그라운드 상한 값은 Ar-41로 평가하고, 백그라운드 측정값 이하의 경우에는 Kr-85로 평가하기로 평가 방법을 변경하였다.

2006년도 H-3의 총 배출량은 $1.43E+12$ Bq이며 이 중 원자로실과 RCI로부터 배출된 삼중수소의 양은 각각 $3.38E+11$ Bq과 $1.10E+12$ Bq이었다. 이러한 배출량은 2005년도 삼중수소 배출량인 $2.89E+12$ Bq보다 1/2 가량 감소한 값이다. 기기실에 밀폐구조물을 설치하고 밀폐구조물 개방시 그 내부 공기 중 삼중수소를 제거 장치를 이용하여 제거함으로써 삼중수소의 방출량을 최소화하였기 때문이다.

- 액체 방사성 폐기물

하나로 운영 중 발생된 모든 액체 방사성 폐기물은 원자로 섬프(reactor sump)와 핫 샤워 섬프(hot shower sump)에 모이게 된다. 원자로 섬프는 원자로실 내부 계통의 유지보수, 각종 실험 장치나 NTD ingot 혹은 각종 실험기기 등의 세척 및 제염 시 발생된다. 핫 샤워 섬프는 원자로실 출입자가 퇴실 시 출입자의 손, 발 등 신체 제염 시 발생된 폐기물을 처리한다. 배출된 액체 폐기

물은 α , β 및 Gross- γ 분석하여 운영기술 지침서 상의 관리 기준치 1.85E+02 Bq/L 이하일 경우 연구소 내 자연 증발 처리시설로 이송된다. 2006년 발생된 액체 방사성 폐기물의 총량은 17.48 m³로 작년 대비 29.4 % 가량 증가하였다. 주요 증가 원인은 FTL 설치 공사와 관련하여 배관의 수압 시험을 위해 채운 순수(de-mineralized water)의 일부를 원자로 섬프로 비웠기 때문이다.

2006년 KINS의 하나로 및 부대시설 후속검사의 일환으로 실시한 검사에서 핫 샤워 섬프 폐액 내 삼중수소 농도를 관리 기준치 이내로 유지하라는 지적을 받았다. 이에 따라 반사체 냉각계통의 유지보수 작업을 위해 착용하는 아이스 팩(ice-pack) 마스크의 얼음(물)은 작업종료 후 반드시 원자로 섬프로 버리도록 작업 절차를 개선하였다. 그러나 하나로 운영기술 지침서 상의 핫 샤워 배수조의 극 저준위 기준 값이 원자력 고시 2002-23 “방사선 방호 등에 관한 기준(별표 3)”에서 정한 4.0E+04 Bq/L 보다 보수적으로 기술되어 이를 현실화할 필요가 있음을 확인하였다.

- 고체 방사성 폐기물

하나로 운영 중 발생된 고체 방사성 폐기물은 크게 가연성, 비가연성, 폐수지 및 폐 필터로 분류한다. 2006년도에 발생된 고체 방사성 폐기물의 총 양은 44,015 ℓ로서 이 중 가연성 17,592 ℓ, 비가연성 20,964 ℓ, 폐 이온교환 수지 509 ℓ, 폐 필터 4,950 ℓ이었다. 이들 폐기물 가운데 전년 대비 가연성 55.7 %, 비가연성 49.3 % 및 폐 필터 78.6 %가 증가하였다. 반면 폐수지는 전년 대비 약 1/6로 감소하였는데 이는 하나로 시설 내 임시 폐기물 저장고에 보관되어 있던 폐수지 드럼을 한꺼번에 배출하였기 때문이다.

2006년도 발생된 고체 방사성 폐기물의 증가는 2006년 하반기부터 시작된 FTL(Fuel Test Loop) 설치 공사가 주된 이유이다. FTL 설치 공사와 관련하여 작업자가 착용한 덧신, 장갑, 마스크 등 가연성 폐기물의 발생량은 10,314 ℓ으로 전체 가연성 배출 폐기물의 58.3 %를 차지하였다. 따라서 하나로 운영과 관련하여 발생된 순수한 가연성 폐기물은 7,278 ℓ이었다. 또한 비가연성 폐기물은 FTL 설치 공사에 따른 신규 구조물의 설치와 기존의 원자로 부속 구조물의 변경 등으로 인하여 파쇄 콘크리트와 같은 폐기물이 20,074 ℓ가 배출되었다. 이와 같은 배출량은 하나로 운영 중 발생된 전체 비가연성 폐기물의 95.7 %를 차지하였다. 따라서 하나로 운영 중 발생된 고체 폐기물 가운데 FTL 설치 공사로 인하여 발생된 폐기물은 전체 고체 폐기물 발생량의 77.8 %를 차지하였다. 그림 1과 표 1은 FTL 설치 공사로 인하여 발생된 폐기물 등을 제외한 하나로 운영 중 발생된 고체 폐기물의 구성 비율과 연도별 고체 방사성 폐기물 발생 현황을 나타내고 있다.

표 1. 연도별 고체 폐기물 발생 현황
단위: 리터

연도	가연성	비가연성	폐수지	폐 필터	연도별 합계
1996	2526	833	5383	2787	11,529
1997	7143	280	1653	1546	10,622
1998	5833	280	1027	1580	8,720
1999	7582	307	585	2395	10,869
2000	5190	387	968	2449	8,994
2001	8551	495	1010	1726	11,782
2002	3352	961	1201	1568	7,082
2003	3693	717	2280	1529	8,219
2004	5309	613	3272	1498	10,692
2005	11298	14038	2912	2771	35,551
2006	7278	890	509	1050	9,995

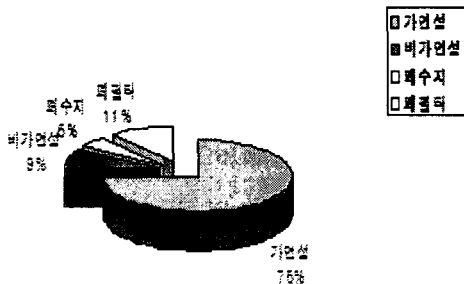


그림 1. 고체 방사성 폐기물의 구성 비율