

## 하나로 시설에서의 방사성 폐기물 처리 현황

- 2007년도를 중심으로 -

이문, 박찬영, 신호철, 송병선, 안국훈

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

[mlee@kaeri.re.kr](mailto:mlee@kaeri.re.kr)

하나로 운영 중 발생된 방사성 폐기물은 성상별로 그 발생량과 처리량을 원자력법 제 103조, 동법 시행규칙 제 125조 및 별표 6의 제 1호 규정에 의거 철저하고 투명하게 조사·분석하고 있다. 방사성 폐기물의 발생량은 원자로 가동 일수와 상호 밀접한 관련이 있다. 2007년도 하나로의 가동 일수는 2006년도의 162일 보다 10.5 % 감소한 145일이었다. 반면 2007년도 방사성 폐기물의 발생량은 2006년도에 비해 가연성 고체 폐기물을 제외하고 증가하였다.

본 연구에서는 2007년 발생된 기체, 액체 및 고체 방사성 폐기물의 발생량과 처리현황을 기술하였다. 또한 2007년도에 발생된 방사성 폐기물 처리 결과를 2006년도와 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 차콜 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.

2007년도 하나로 시설 굴뚝에서 측정된 방사성 옥소의 총 배출량은 5.65E+06 Bq으로 원자로실과 RCI로부터 각각 2.72E+06 Bq과 2.93E+06 Bq이 방출되었다. 이는 2006년도와 비교할 때 원자로실에서 2.5 배, RCI에서 6.4 배 증가한 양이다. 증가 요인은 2006년까지는 옥소의 대표 핵종인 I-131만 고려했던 것을 2007년부터는 I-132, I-133 핵종뿐만 아니라 Br-82까지 방출량 계산에 포함하였기 때문이다. 방사성 옥소의 대표 핵종인 I-131만 고려했을 때 방출량은 방사성 옥소 전체 방출량의 불과 15.3 %인 8.67E+05 Bq이었다.

2007년도 불활성 기체의 총 배출량은 6.75E+10 Bq으로 원자로실과 RCI로부터 배출된 배출량은 각각 6.52E+10 Bq과 2.26E+09 Bq이었다. 이러한 배출량은 2006년도와 비교할 때 원자로실로부터 약 45.5 %, RCI에서 58 % 로 증가한 값이다. 주요 증가 요인은 2006년도까지는 불활성 기체의 대표 핵종인 Ar-41의 배출량만 계산했는데 반해 2007년도부터는 Kr-85 핵종도 방출량 계산에 포함하였기 때문이다. 2007년도 Kr-85 핵종의 배출량은 4.99E+10 Bq로 전체 불활성 기체 배출량의 74.3 %를 차지하였다. 장반감기 핵종인 Kr-85는 운전 중 그 값이 계속 누적되어 지시하므로 정확한 배출량을 평가하기 어렵고, 또한 배출로 인한 위해도는 무시할 정도이지만, 하나로 시설의 투명한 운영을 위해 배출량 계산에 포함하고 있다. 따라서 2007년에 배출된 불활성 기체 중 Ar-41 핵종만을 놓고 볼 때 전년 대비 25.7 %인 1.75E+10 Bq에 불과한 배출량이었다.

2007년도 삼중수소의 총 배출량은 2.06E+12

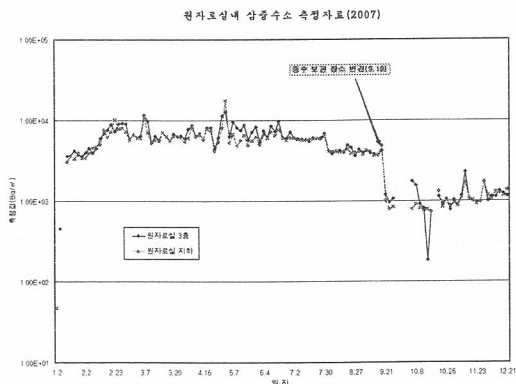


그림 1. 2007년도 원자로실내 삼중수소 농도 변화

Bq이었다. 이 중 원자로실과 RCI로부터 배출된 삼중수소의 양은 각각  $5.42E+11$  Bq과  $1.52E+12$  Bq이었다. 이러한 배출량은 2006년도 삼중수소 배출량과 비교할 때 원자로실로부터 약 60 %, RCI에서 38 % 증가한 값이다. 이러한 증가 요인은 하나로 시설에 분산 보관 중이던 저 순도의 중수로부터 발생한 삼중수소에 의해 기인되었다. 2007년 9월 보관중인 저 순도의 중수를 한 곳으로 수집하여 원자로실내 별도로 마련된 장소로 이동·보관 후 삼중수소의 농도는 당초  $4,000$  Bq/m<sup>3</sup>에서  $1,000$  Bq/m<sup>3</sup>로 1/4가량 감소하였다. 그림 1은 2007년도 하나로 원자로실의 공기 중 삼중수소 농도를 측정된 그래프이다.

◆ 액체 방사성 폐기물

하나로 운영 중 발생한 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(Neutron Transmutation Doping) ingot 혹은 각종 실험기기 등의 세척 및 제염 시 발생된다. 핫 샤워 섬프는 원자로실 출입자가 퇴실 시 출입자의 손, 발 등 신체 제염 시 발생한 폐기물을 처리한다. 배출된 액체 폐기물은 α, β 및 Gross-γ 분석하여 운영기술 지침서 상의 관리 기준치  $1.85E+02$  Bq/L 이하일 경우 연구원 내 자연 증발 처리시설로 이송된다. 2007년 발생한 액체 방사성 폐기물의 총량은 41 m<sup>3</sup>로 작년 대비 2.3 배가량 증가하였다. 배출량 가운데 24 m<sup>3</sup>은 FTL 설치 공사와 관련한 배관 세척과 수압 시험을 위해 사용하였고, 나머지 17 m<sup>3</sup>은 NTD ingot 세척, 실험기기 세척 및 원자로실 작업자가 퇴실 시 손 제염을 위해 사용된 배출량이었다.

◆ 고체 방사성 폐기물

하나로 운영 중 발생한 고체 방사성 폐기물은 크게 가연성, 비가연성, 폐수지 및 폐 필터로 분류한다. 2007년도에 발생한 고체 방사성 폐기물의 총 양은 17,352 ℓ로서 가연성 7,212 ℓ, 비가연성 1,820 ℓ, 폐 이온교환 수지 1,800 ℓ, 폐 필터 6,520 ℓ이었다. 2007년도 고체 방사성 폐기물의 배출량은 2006년과 비교했을 때 78.3 % 증가한 양으로 특히 비가연성이 약 2 배, 폐수지 약 3.5 배 및 폐필터가 6.2 배 증가하였다. 반면 가연성 폐기물은 2006년에 비해 소폭 감소하였다. 이들 폐기물의 주요 증가 요인은 비가연성 폐기물의 경우 2006년 7월부터 실시한 FTL 설치공사가 2007년 초에 마무리됨에 따라 공사 중 발생한 콘크리트와 철근류 등이 한꺼번에 배출하였기 때문이다. 폐 필터의 경우에는 1년 6개월간 지속된 FTL 공사로 인하여 원자로실 환기계통으로 평소보다 많은 양의 먼지가 유입되어 수시로 환기 필터를 교체하였기 때문이다. 폐수지 역시 2006년에 배출해야 할 폐기물을 임시 저장고에 보관하고 있다가 2007년 한꺼번에 배출하였기 때문이다. 그림 2는 2007년 발생한 고체 방사성 폐기물의 구성 비율을 나타내고 있으며, 표 1은 고체 방사성 폐기물의 연도별 발생량을 나타내고 있다.

표 1. 연도별 고체 폐기물 발생 현황

단위: 리터

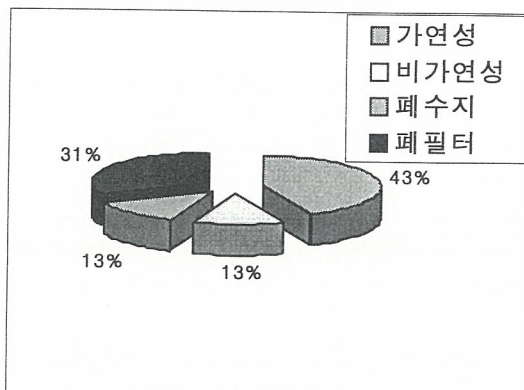


그림 2. 고체 방사성 폐기물의 구성 비율

연도	가연성	비가연성	폐수지	폐필터	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	31,020
2006	7278	890	509	1050	9,727
2007	7212	1820	1800	6520	17,352