

월성원전 삼중수소제거설비 운영후 기체 삼중수소 배출량 변화 분석

신현근, 서원선, 지함청

한국수력원자력(주) 월성원자력본부, 경북 경주시 양남면 나아리 260

sinhg@khnp.co.kr

1. 삼중수소제거설비 개요

국내 최초로 운영되는 월성원자력본부 삼중수소제거설비(Wolsong Tritium Removal Facility, 이하 WTRF)는 월성3,4호기 건설시 중수로원전 4개호기 운영에 따른 삼중수소 배출 저감대책의 일환으로 설치가 결정되었다. WTRF는 세계 최초의 액상축매교환방식을 채택한 것으로 중수 중의 삼중수소를 액체상태에서 분리하고 초저온(-256℃) 상태에서 농축하는 선진기술이 적용되었다. WTRF의 목적은 4기의 월성원전 가동 원자로로부터 감속재 및 냉각재내 삼중수소를 제거하고 제거된 삼중수소를 고정화하여 부지에 안전하게 저장하며, 삼중수소가 제거된 중수를 원전으로 되돌려 줌으로써 방사선작업 종사자의 피폭량 및 환경으로의 방사능배출량을 최소화하는 것이다.

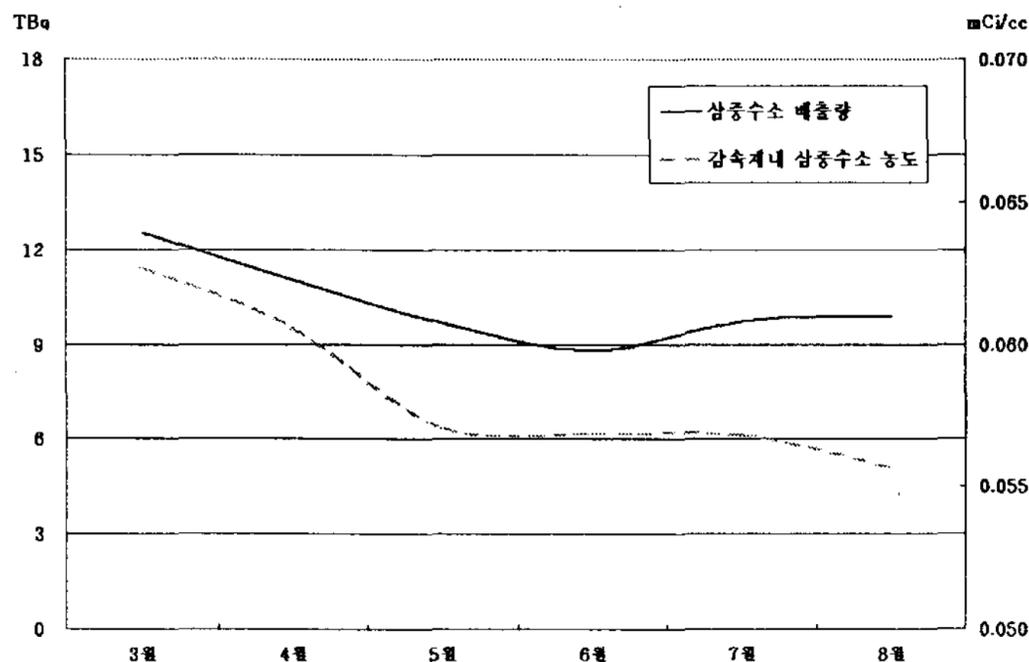
삼중수소는 중수를 감속재 및 냉각재로 사용하는 중수로에서 중성자가 중수의 중수소 핵에 포획됨으로서 생성된다. 발전소에서 삼중수소제거설비로 중수를 이송한 후 삼중수소 분리, 농축, 저장 공정을 통하여 감속재 및 냉각재내 삼중수소의 농도를 저감시킨다. WTRF에서 제거되는 삼중수소량을 최대화하기 위해 중수급수원은 기본적으로 감속재 중수가 된다.

2. WTRF 운영현황

2007년 3월 13일 WTRF로 첫번째 중수 이송작업을 하고난 후 지난 8월 31일까지 66,014kg의 감속재 중수가 처리되어 1호기로 재이송되었으며 월평균 11,002 kg의 중수를 처리하고 있다. 제거된 삼중수소량은 378만 큐리로서 티타늄 저장용기(8EA)에 저장되어 지하저장고에 보관된다. 향후 안정적으로 운영되면 연간 약 700g의 삼중수소가 생산될 것으로 예상된다.

3. WTRF 운전후 계통수(감속재) H-3 농도 및 기체 삼중수소 배출현황

지난 3월 WTRF 운영이후 월성 1호기의 삼중수소 배출량과 감속재내 삼중수소 농도가 지속적으로 감소하는 추세를 아래 그래프에서 알 수 있다.

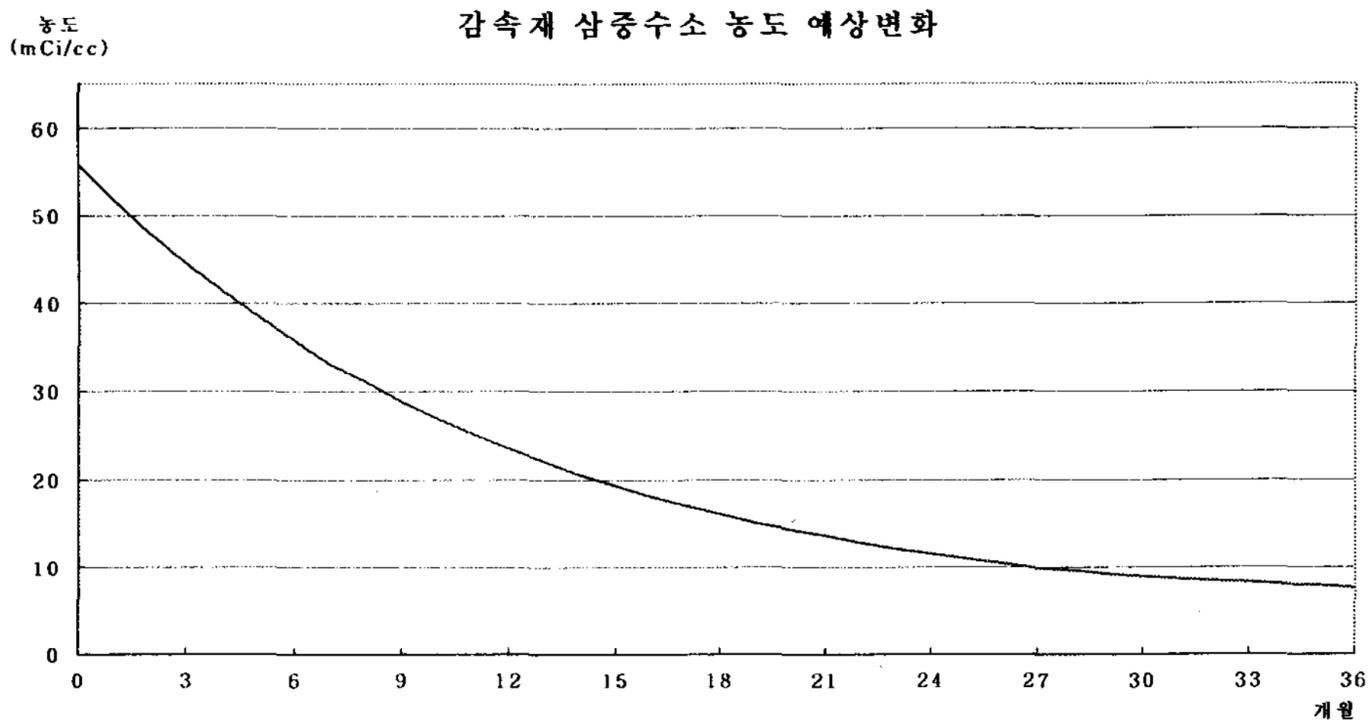


지난 2004~2006년간 월성 1호기의 월평균 삼중수소 배출량은 14.4 TBq 이며 WTRF 운영후 월평균 월성 1호기의 삼중수소 배출량은 10.3 TBq로서 3년 월평균 대비 28.5% 감소하였다. 감속

재계통내 삼중수소 농도는 WTRF 가동전 월평균 62.7mCi/cc이었으나 가동이후 지속적으로 감소하여 2007년 8월의 감속재내 월평균 삼중수소 농도는 55.7mCi/cc로서 11.2% 감소하였다.

WTRF 중수처리량이 증가할 때 월성 1호기의 삼중수소 배출량도 감소한다. 7월에 1호기 삼중수소 배출량이 증가한 것은 WTRF 간이정비를 5월 10일에서 6월 20일까지 수행함에 따라 WTRF 운영을 정지하였기 때문이다.

WTRF 가동률 60%를 유지한다고 가정할 경우 아래의 그래프에서 보는 바와 같이 감속재내 삼중수소 농도는 55.7mCi/cc에서 월성1호기 압력관교체가 시작되는 21개월 후에는 13.5mCi/cc 로 줄어들 것으로 예상된다. 이에 따라 기체 H-3 배출량도 현재에 비해 20% 이하로 줄어들 것으로 기대된다.



4. 결론

WTRF의 운전이 안정화되고 목표이용률인 80%를 유지할 수 있는 운영능력을 갖추게 되면 월성 부지에서의 연간 총 삼중수소 배출량은 크게 감소할 것으로 예상된다. 현재 월성 1호기 삼중수소 배출량은 공기중 삼중수소 연간제한치의 약 0.1%인 DTO 300 TBq/년 수준이다. WTRF 운영에 의한 H-3 배출량 감소효과는 초기에 크며 시간이 지날수록 작아진다. 4개 호기 감속재를 지속적으로 처리할 경우 월성부지에서의 총 배출량은 WTRF를 운전하기 전에 비하여 80% 감소할 것으로 예상된다.