

방사성부식생성물에 의한 저장풀 재질의 부식 평가

손영준, 양송열, 전용범

한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

조사후시험시설의 사용후핵연료 저장수조의 Liner의 재질은 스테인레스 스틸로 저장조의 벽과 바닥에 설치되어있다. 저장수조의 내벽과 바닥에 설치된 스테인레스강의 재료부식은 저장수조의 안전성에서 매우 중요하다. 이 시험에서는 저장수조의 주요성분 재질인 스테인레스강에 의해서 풀물속으로 녹여 나오는 미소 부식 생성물(Fe, Ni, Cr)을 풀물을 채취하여 스테인레스강의 부식을 관찰하였다. 또한 주기적인 풀물 분석으로 방사성핵종 및 온도, pH, 전도도, 할로겐 원소도 측정하였다. 사용후핵연료 저장수조의 저장수에 녹아있는 방사성핵종이 구조재인 스테인레스강에 흡착되는 거동에 관한 연구는 작업자의 피폭량과 재료의 부식 거동과의 상호 관련설 때문에 매우 중요하다. 이 시험은 풀을 구성하고 있는 구조재 성분의 부식을 점검하기 위하여 수행하였다. 본 시설에 설치된 사용후핵연료 저장수조에 구성하고 있는 풀의 모든 구조재 성분들은 스테인레스 스틸로 이루어져 있으며 그 스테인레스 스틸로부터 풀물 속으로 녹여 나오는 미소 부식생성물(Fe, Ni, Cr)을 풀물을 채취하여 저장조의 재질인 스테인레스 스틸의 부식 거동을 관찰하였다. 원자력 발전소에서 발생한 사용후핵연료는 사용후핵연료 저장랙에 저장풀의 저장랙에는 총 20개의 사용후핵연료 집합체를 저장 할 수 있으며 총 3개의 저장풀로 구성되어 있으며 각각의 풀들은 Interpool Door가 설치되어 연결되어 있다. 핵연료 저장풀의 물은 저장 수조내에 설치된 깊이1.5m의 흡입 배관을 통해 순환 펌프에 의해 20m³/hr 유량으로 Precoat Filter와 양이온, 음이온 교환탑과 열교환기를 통해서 풀물이 순환된다. 그림 1에서는 저장 수조의 계통도와 수처리 공정의 계통도를 나타내었다. 그림 2에서는 2003년도(1월-12월)까지의 저장수의 방사성 핵종의 농도 및 온도, 전도도, pH, Cl⁻의 농도를 나타내었으며 온도는 전도도, pH, 할로겐 원소인 Cl⁻는 0.01ppm 이하로 측정 되었다.

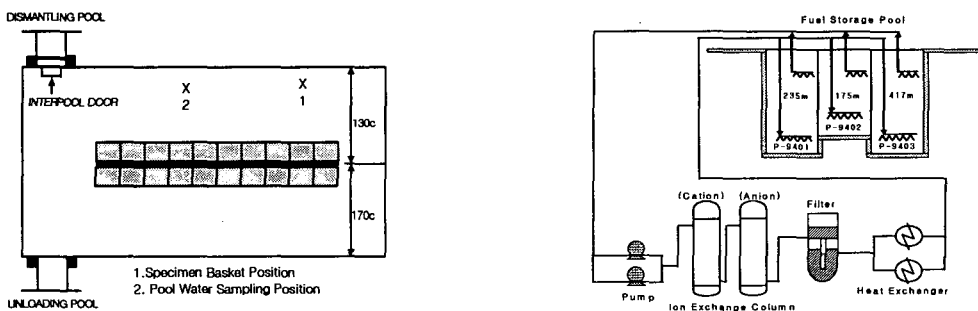


그림 1. 저장수조의 계통도와 수처리공정의 계통도

03년도(1월-12월)까지의 저장수의 방사성 핵종의 농도 및 온도, 전도도, pH, Cl⁻의 농도와 그리고 저장풀을 구성하고 있는 재질인 스테인레스 스틸(SUS 316)의 주요부식 생성물인(Fe, Ni, Cr)의 농도를 1년 동안 1개월 주기로 측정하였다. 그 시료들은 그림 1에 나타나있는 시료 채취 지점에서 채취하였다. 본 시설의 풀물의 방사성 핵종 농도와 화학성분 및 온도 측정결과를 그림 2에 나타내었으며 Co-60의 수중 방사성 핵종농도가 1×10^{-3} Bq/ml로 년중 분포로 보여주고 있으며 Cs-137 1×10^{-3} Bq/ml, Cs-134 1×10^{-3} Bq/ml로 나타났다. 저장수조의 년중 온도, pH, 전도도 분포는 21~25℃, 2~5, 1~5μs/cm로 유지되었으며, 수중 할로겐 원소인 Cl⁻는 0.001ppm으로 아주 낮게 나타났다. 그리고 감마선 조사에 의해 생성되는 것으로 알려진 과산화수소는 측정되지 않았다.

이는 수조내 방사선 세기가 낮으며 풀물의 정화가 계속적으로 이루어지기 때문인 것으로 판단된다.

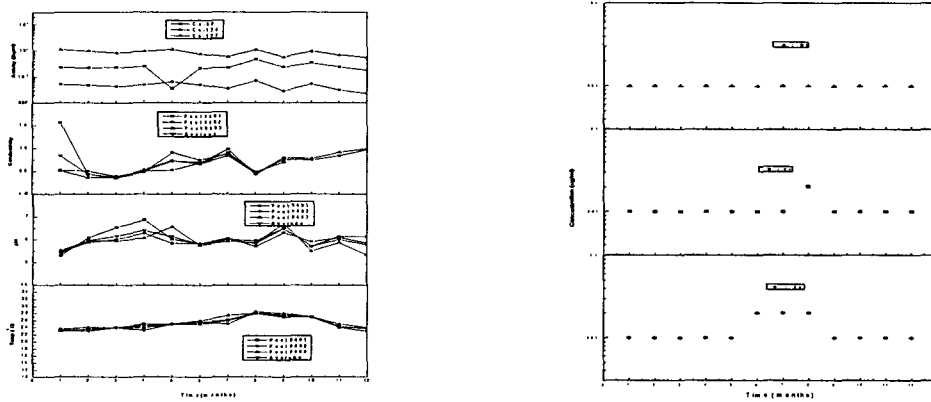


그림 2. 사용후핵연료 저장수조의 방사성핵종 농도와 부식생성물의 농도 분포

표 1에서는 저장 수조의 풀물을 1년 동안 스테인레스 스틸(SUS 316)의 주요부식 생성물인(Fe, Ni, Cr)의 농도 분포를 나타내었으며 년 평균 부식 농도는 Fe, Ni, Cr로 나타났으며 Fe가 Ni, Cr보다 약간 높게 나타났으며 이 실험에서 얻어진 부식 농도가 매우 낮은 값이어서 직접적인 부식속도 비교는 어려웠다. 이 값을 이용하여 저장 수조 재질의 부식속도를 계산하면 10^{-5} mm/Year의 값을 얻을 수 있었다 이 값은 Pool Lining인 스테인레스 스틸(SUS 316)의 두께 3~4mm와 비교하면 아주 미소한 값으로 나타났다.

원	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	평균
Fe(ppm)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.013
Cr(ppm)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ni(ppm)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.011