

## 사용후연료 건식저장용기의 열유동해석 검증 평가

이주찬, 방경식, 서기석, 김호동, 정기정, 조천형\*, 최병일\*, 이홍영\*

한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

\*원자력환경기술원, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

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

24다발의 PWR 사용후연료 집합체를 저장할 수 있는 콘크리트 건식저장용기에 대한 열유동해석 검증 평가를 위하여 축소모델을 제작하여 열시험을 수행하고, 시험조건과 동일한 조건에 대한 전산해석을 수행하였다. 실제 저장용기를 1/2 축소시킨 시험모델에 대한 정상, 비정상 및 사고조건에 대한 열시험 및 해석을 수행하였다. 정상조건은 대기온도 27 °C에서 저장용기가 열적으로 평형 상태가 되는 조건이며, 시험모델의 전기 히터에서 방출되는 발열량은 히터 1개 당 190 W로 하여 24개에서 방출되는 총 발열량은 4.56 kW로 고려하였다. 비정상조건은 공기흡입구 8개 중에서 절반인 4개가 막힌 조건에 대하여 열적으로 평형 상태가 되는 조건에 대한 시험 및 해석을 수행하였다. 또한, 사고조건은 정상조건 하에서 공기흡입구 8개가 모두 막힌 조건이며, 보수적인 해석을 위하여 공기 배기구도 모두 막힌 조건을 가정하여 48시간 동안에 대한 비정상상태 열시험 및 해석을 수행하였다. 축소모델에 대한 열시험 및 해석결과 용기 주요 부위의 온도가 서로 잘 일치하였으며, 따라서 정상, 비정상 및 사고조건 해석에 적용된 열해석 방법 및 절차에 대한 신뢰성이 입증되었다. 축소모델 열시험 및 해석을 통하여 입증된 저장용기 열유동해석 기법을 이용하여 실제 저장용기에 대한 열유동해석을 수행하였다. 정상조건에 대한 해석결과 저장용기 내부 핵연료 및 콘크리트의 온도의 온도가 각각 295 °C, 84 °C로 계산되어 허용치인 345 °C, 93 °C보다 낮게 나타났다. 비정상조건에 대한 해석결과 전체적인 온도분포가 정상조건에 비하여 약 5 °C 정도 상승하였으며, 8개의 공기흡입구 중에서 4개가 막힌 조건에서도 저장용기의 열제거 능력이 충분히 유지됨을 알 수 있었다. 비정상조건에 대한 연료봉 및 콘크리트의 허용온도는 각각 570 °C, 177 °C이므로 정상조건에서 열적 건전성이 유지된다면 비정상운전조건은 열적으로 문제가 없을 것으로 판단된다. 사고조건하에 대한 해석결과 공기 흡배기구가 모두 막힌 후 48시간 이후에도 저장용기의 온도가 허용치 이내로 유지되었다. 따라서 사고조건 하에서 48시간 이내에 응급조치를 취할 경우 저장용기의 열적 건전성은 충분히 유지될 것으로 판단된다. 본 연구를 통하여 저장용기의 열유동해석 방법 및 절차에 대한 신뢰성을 입증하였으며, 저장용기의 열적 건전성이 유지됨을 알 수 있었다.