

'99 춘계학술발표회 논문집

한국원자력학회

간극 구조물을 이용한 원자로 용기 외벽 냉각 방안에 대한 가능성 검토 실험 연구  
A Feasibility Experiment for Assessing the Efficacy of Ex-vessel Cooling  
through the External Gap Structure

강경호, 김종환, 박래준, 김상백  
한국원자력 연구소  
대전광역시 유성구 덕진동 150

황일순  
서울대학교  
서울특별시 관악구 신림동 산 56-1

요 약

중대사고 시 원자로 용기 외벽 냉각 방안의 하나로 제기되고 있는 간극 구조물을 이용한 원자로 용기 외벽 냉각 가능성 규명 실험 결과에 대하여 기술하였다. 원자로 용기 하부 반구를 1/8로 선형 축소한 반구형 반응 용기 내부에서  $Al_2O_3/Fe$  Thermite 용융물을 이용하여 반구 외벽에 열 제거 조건이 없는 경우(Dry Case 실험)와 1.68 m/s의 유속으로 냉각수를 강제 주입한 경우(Wet Case 실험)에 대한 반구의 파손 가능성과 열적 거동을 비교하였다. 실험 결과, Dry Case 실험의 경우는 반응 후 28초가 지난 시점에 반구가 파손되었으나, Wet Case 실험에서는 반구 외벽에서 냉각수에 의한 핵 비등 열 전달 현상에 의해 반구의 건전성이 유지될 수 있었다. 용융물 풀 내부의 유동장 형성과 이에 따른 반구의 열적 거동을 분석하기 위하여 수행한 FLUENT 코드 계산 결과에서도 용융물 풀 내부에서 자연 대류 유동장이 형성되어 반구 상부에 열적 부하가 집중되지만, 외벽에 냉각수를 주입하면 충분한 열 제거가 이루어질 수 있다는 가능성을 알 수 있었다.

Abstract

This paper presents the results of a feasibility experiment for assessing the efficacy of ex-vessel cooling through the external gap structure during a severe accident. In this study, a 1/8 linear scale mockup of a lower plenum was used with  $Al_2O_3/Fe$  thermite melt as a corium simulant. The results show that in dry case test conducted without cooling the outside of the vessel, after about thirty second from the thermite ignition the vessel was heated to cause a complete melt penetration at about 30 degree upper position from the bottom. Whereas in wet case test conducted cooling the outside of the vessel with 0.85 kg/s of water flow rate using 2.5 cm of uniform gap structure, the vessel effectively cooled down with 23.7 K/s of cooling rate by nucleate boiling at the surface of the vessel. The results of two-dimensional analyses using FLUENT code show a similar trend of vessel thermal behavior presented in the tests. Synthesized the results of the tests and analyses work, a natural convection of the melt pool could cause the formation of hot spot at the upper portion of the vessel, but the vessel could effectively cool down by heat removal with ex-vessel cooling.