

일체형원자로 SMART에서 Heat-up에 의한 계통 압력과 가압기 영역별 온도분포 해석 및 설계인자 민감도 평가

A Study of System Pressure and Temperature Distributions in Pressurizer and Estimation of Sensitivities for Design Variables during Heat-up Period of Integral Reactor SMART

강연문, 이두정, 김주평, 김환열, 윤주현
한국원자력연구소 동력로기술개발팀
대전시 유성우체국 사서함 15호, 305-600

요약문

현재 한국원자력연구소에서 개발중인 일체형원자로인 SMART는 가압기를 원자로용기내에 위치시키며 자기가압방식을 사용하여 출력변동에 따른 계통 압력의 변화를 흡수한다. SMART의 가압기는 상용로에 비해 큰 기체 체적을 가지며 질소개스와 증기로 채워져 있다. 이때, 가압기 내부의 총 압력은 증기와 질소개스의 부분압의 합이며 온도에 따른 증기압의 변화가 질소개스의 압력변화에 비해 크므로 가압기 내부의 온도를 낮게 유지하여 계통압력의 급격한 변화를 방지한다. 그러나, SMART의 가압기가 원자로 용기내부에 존재하기 때문에 일차계통의 열이 가압기로 전달된다. 따라서, SMART의 가압기에는 일차계통에서 전달되는 열을 최소화하고 제거할 수 있는 단열재와 냉각기의 설치가 필요하다. 본 연구에서는 SMART의 heat-up시 계통압력과 가압기의 온도 변화를 해석하였으며 단열재와 냉각기의 크기 등이 계통압력과 가압기의 온도변화에 미치는 영향을 해석하였다.

Abstract

SMART, an integral reactor currently under development at KAERI, adopts an in-vessel pressurizer that maintains stable pressure by the principle of self-pressurization. The gas space of the pressurizer is filled with nitrogen and saturated steam. The volume of the pressurizer relative to the total system is large in comparison with those of the current commercial PWRs. The total pressure in the pressurizer is determined by the sum of partial pressures of the gases. Since the rate of change of pressure with temperature increases with temperature for steam, the temperature in the gas space needs to be kept low to prevent rapid pressure change. However, because the pressurizer is located inside the reactor vessel and surrounded by hot primary coolant, it receives heat continuously. Thus, it was necessary to design a cooling circuit to remove heat and a thermal insulator to minimize heat transfer for installation. In this study, changes in the system pressure and the pressurizer temperature during the heat-up period of SMART have been analyzed, and the effects of thermal insulator size and cooler capacity on the system pressure and temperature have been investigated.