

핵연료 압력관의 건전성 평가시스템 개발

Development of CANDU Pressure Tube Integrity Evaluation System

곽상륙, 김영진
성균관대학교

이준성
경기대학교

박윤원
한국원자력안전기술원

요약

CANDU형 원자로의 주요기기인 핵연료 압력관은 가동중 검사시 결함이 검출되면, 지속적인 사용을 위해서 결함의 건전성을 확보하여야 하나, 그 평가절차가 매우 복잡하다. 본 연구에서는 결함 또는 칼란드리아 관과의 접촉이 발견된 압력관의 건전성평가를 신속하고 정확하게 수행할 수 있는 건전성평가 시스템을 개발하였다. 이를 위해 평가에 필요한 설계자료, 검사자료, 재료시험 자료 및 3차원 유한요소해석 자료를 데이터베이스로 구성하여 평가에 요구되는 많은 자료의 효율적인 활용 및 관리가 가능하도록 하였다. 건전성 평가를 위해 FFSG 평가내용 및 ASME Sec. XI의 평가절차를 토대로 해석모듈을 개발하였으며, 개발된 데이터베이스와 평가시스템을 연결하여 평가시스템의 효율성을 높이려고 하였다. 평가시스템을 이용하면 평가에 요구되는 파라미터를 다양한 방법으로 계산할 수 있어 사용자의 판단에 따른 평가가 가능하다. 개발한 평가 시스템의 결과를 캐나다 AECL에서 수행한 평가 결과와 서로 비교함으로써 본 시스템의 효율성을 검증하였다.

Abstract

The pressure tube is a major component of the CANDU reactor, which supports nuclear fuel bundle and its containment vessel. If a flaw or contact with their calandria tubes is found during the periodic inspection, the integrity evaluation must be carried out, and the safety requirements must be satisfied for continued service. In order to perform the integrity evaluation, complicated and iterative calculation procedures are required. Besides, a lot of data and knowledge for the evaluation are required for the integrity evaluation process. For this reason, an integrity evaluation system was developed. The developed system was built on the basis of ASME Sec. XI and FFSG(Fitness For Service Guidelines for zirconium alloy pressure tubes in operating CANDU reactors) issued by the AECL. The evaluation procedure includes the crack growth calculation both by DHC and by fatigue. It also provides the prediction of fracture initiation, plastic collapse and leak-before-break(LBB), blister formation and blister growth. This system provides various databases including the 3-D finite element analysis results on pressure tubes, inspection data and design specifications. In order to verify the developed system, several case studies have been performed and the results were compared with those from AECL. A good agreement was observed between those two results.