

## 방사능방재 훈련지원 프로그램 개발

신 형 기 · 김 주 열\*

한국원자력안전기술원, \*(주)미래와도전  
E-mail: hkshin@kins.re.kr

중심어 : 방사능비상, 방사능방재, 훈련시나리오, 중대사고, 시뮬레이터

### 서 론

2011년 3월 11일 14시 45분경 일본 도호쿠(東北) 지방 부근 해저(동경 북동쪽 370 km 거리)에서 규모 9.0의 지진이 발생하였다. 일본내 총 54개 원전 중 진앙지 주변 10기가 지진발생 직후 자동정지하였으나 전력공급실패로 원자로 냉각실패에 따른 외부 격납건물 폭발 등에 따른 방사능비상 상황이 발생하였다. IAEA가 정한 International Nuclear and Radiological Event Scale (INES)에 따르면 후쿠시마 원전사고는 6등급에 이를 가능성이 높으며, 최고 등급인 7등급에 해당하는 사고는 1986년 구소련(우크라이나) 체르노빌 원전사고가 유일하다. 후쿠시마 원전사고를 계기로 원자력사고, 방사선비상에 대한 선제적 위기관리체계 확립 요구가 절실하다. 원자력 발전소 방사능방재 훈련계획 수립시 가장 중요한 요소는 훈련시나리오의 개발이나 훈련의 종류, 목적, 내용, 범위 및 참여조직 등을 고려하여 부지별 혹은 발전소별로 특성화된 훈련시나리오 개발이나 평가체계가 수립되어 있지 못한 실정이다. 또한 훈련시나리오의 운전변수 및 훈련데이터를 생성할 방사능방재 전용 시뮬레이터 개발이 필요하다. 본 연구에서는 방사능방재 훈련지원 프로그램인 REEP(Radiological Emergency Exercise Program)을 개발하여 선행 훈련시나리오의 DB화 및 편집 기능, 비상발령기준 및 발전소사고모드(9 그룹)에 따른 시나리오 수동생성 기능, 훈련평가 기능, 훈련데이터(발전소 주요 운전변수, 소내외 방사선 준위 등) 생성 기능 등을 구현하였다.

### 방사능방재 훈련지원 프로그램

본 연구에서 개발한 REEP 프로그램은 훈련시나리오 개발자의 시나리오 기획을 돕기 위해 방사선비상 발령상황에 따라 사고전개 과정을 개체관계도(E-R Diagram)로 모델링하며 도출된 주요사태목록(MSEL: Master Scenario Events List)을 중심으로 개발자 및 전문가의 의사결정을 반영하여 상세시나리오를 생성하는 시나리오 템플릿(template) 기능을 제공한다.[1] 또한 방사선비상계획서를 바탕으로 비상시 조치사항을 DB화하여 체계적으로 관리함으로써 훈련평가항목 상세기능을 제공한다. 개발된 REEP은 원전별 generic scenario가 내장되어 훈련시나리오 작성의 기본적인 서식폼 및 시나리오 개요를 제공하는 사용자편의 중심의 방사능방재 훈련시나리오 기획 및 평가도구이다. REEP의 시뮬레이터 기능을 부여하기 위하여 미국 MST(micro-Simulation Technology)사와 협력하여 PCTTRAN(Personal Computer TRANsient Analyzer) OPR1000을 개발하였고 REEP과의 연계를 구현하였다. 발전소 주요 운전변수, 소내외 방사선 준위 등 방사능방재 훈련데이터를 생성하는 기능을 구현하였으며 기존 시나리오의 현실성 및 타당성을 평가 및 검증할 수 있도록 하였다. REEP은 그림 1과 같이 훈련시나리오를 분석하여 최종적으로는 방재 훈련 데이터를 생성한다. 또한 훈련 평가자는 평가목적에 따라 해당 훈련시설의 모든 훈련조직에 대해 시나리오 분석을 통해, 이러한 결과를 바로 사용하거나 기획의 경우와 마찬가지로 전문가의 의견을 수렴할 수도 있다. 이

러한 시나리오 분석을 바탕으로 훈련평가가 이루어지고, 평가가 완료된 자료는 취합된 후 최종적으로 전체 훈련조직에 대한 종합평가가 이루어진다. 훈련 계획 수립에서 가장 중요한 요소는 시나리오의 개발이다. 그러나 훈련의 성공 여부는 평가에 의해 결정된다. 본 연구는 방사능 방재훈련의 체계적 관리 및 기획을 위해 객관적이고 정량화할 수 있는 평가체제를 개발하는데 목적을 두고 있다. 기존의 발전소 방재 훈련의 경우 시나리오가 미리 선정되어 있어, 이를 개선하고자 REEP을 이용하여 다양한 시나리오를 수립한다. REEP 프로그램에서 생성된 시간 및 순서가 고려되지 않은 핵심사건으로만 나열된 특정 시나리오에 대해 PCSTRAN/OPR1000으로 사고 진행 추이 및 주요 계통 변수의 확인 등을 통하여 사건의 인과관계 및 발생 순서를 파악하여 보다 현실적으로 개연성 있는 시나리오를 설정한다. 이러한 개연성 있는 시나리오의 설정을 위해서는 단일 시나리오에 대해 여러 차례의 시뮬레이션이 수행되며 최종적으로 물리적으로 타당하다고 판단되는 훈련 시나리오가 설정된다. 본 연구에서는 울진 3,4 호기 원자력 발전소를 대상으로 모델링된 REEP/PCSTRAN 프로그램을 사용하여 대표적인 5개의 훈련 시나리오를 도출하였다.

- 발전소 정전사고
- 안전계통감시용 필수전원상실 사고
- 열제거 기능 상실사고
- 증기발생기 전열관 파단사고
- 소형냉각재 상실사고

## 결론

개발된 프로그램은 훈련시나리오 생성기능, 훈련 평가 기능, 주요 훈련데이터(발전소 주요 운전변수, 소내외 방사선 준위 등)를 생성하는 기능을 갖추고 있으며 울진3,4호기를 대상으로 대표적인 5가지 훈련시나리오를 도출하였다.(발전소 정전사고, 안전계통감시용 필수전원상실 사고, 열제거 기능 상실사고, 증기발생기 전열관 파단사고, 소형냉각재 상실사고)

## 참고문헌

1. 한국원자력안전기술원, 방사능방재 훈련평가체계 개발 및 항공방사능탐사 계측기 설계(안) 연구, KINS/HR-987, 2010. 2

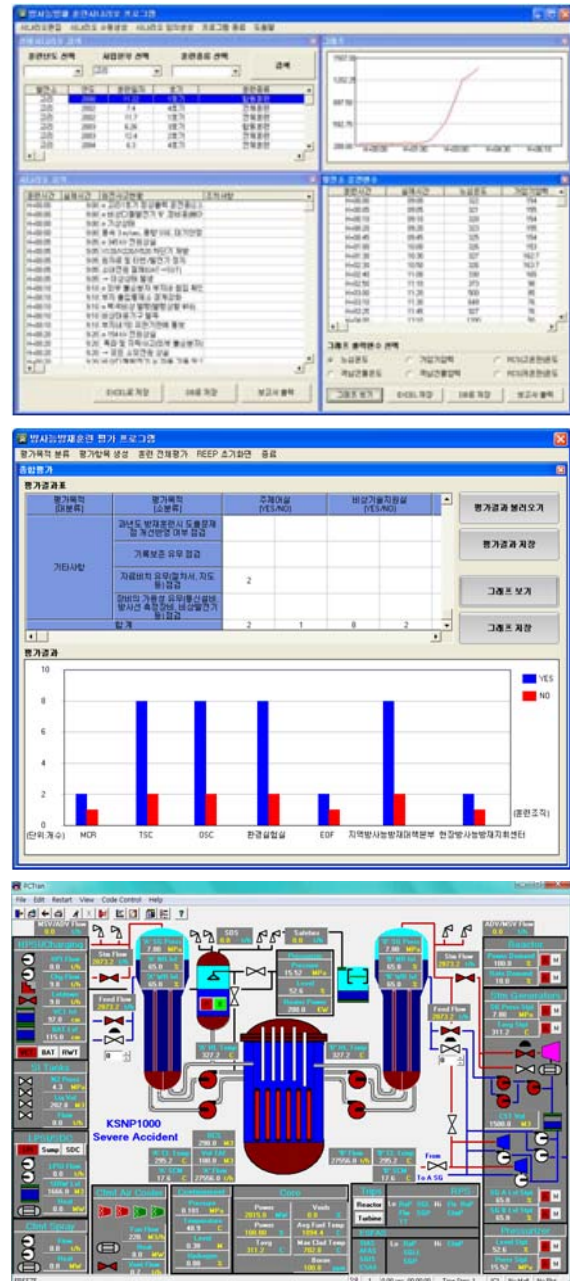


Fig. 1. Screen Shot of Radiological Emergency Exercise Program, Scenario Generation, Exercise Evaluation and Simulation Function (from top to bottom)