



비상 대응 지원 시스템(ERSS) 개요

松野 元

(재)원자력발전기술기구 비상대책기술개발실장

개요

상업용 경수로에서 사고가 일어났을 경우, 경제산업성(METI, Ministry of Economy, Trade and Industry)은 비상 대응 조치의 책임이 있다.

사고 상황의 파악 및 주민에게 미치는 방사능 영향의 예측을 위하여, 비상 대응 지원 시스템(ERSS)에서는 온라인으로 발전소의 자료를 수신하여 사고 상황을 파악하고 영향을 예측한다.

이 시스템은 아래 항목들에게 METI를 지원하기 위하여 구성되었다.

- 신속하고 정확한 사고 상황의 이해
- 비상 사태 판단
- 사고 상황 전개 예측
- 방사능 물질의 영향 평가 및 유출 예측

ERSS의 개발

1986년 4월에 발생한 체르노빌 원전 사고 직후, 경제산업성은 NUPEC에 ERSS의 개발을 요청하였다.

ERSS는 다음과 같이 순차적으로 개발되었다.

- 1단계 : 1987~1989 - 개발 개념 연구
- 2단계 : 1990~1992 - 프로토타입 개발
- 3단계 : 1993~1995 - 시스템 구축

ERSS

1. ERSS line up(ERSS 구성)

ERSS는 다음의 4개 계통으로 구축되어 있다.

- ① 정보 수집 계통(ICS, Information Collection System)
- ② 진단 및 예측 계통(DPS,

Diagnosis/Prognosis System)

③ 분석적 예측 계통(APS, Analytical Prediction System)

④ 발전소 운전 자료 구축 계통(PBS, Plant Behavior Data Base System)

2. 정보 수집 계통(ICS, Information Collection System)

위중한 사고가 발생한 경우, METI에 설치된 ICS에서는 원자력 발전소에서 송신된 발전소 자료를 받아(온라인 자료는 매 1분 간격으로, 오프라인 자료는 FAX로 이해하기 쉽도록 그래픽으로 처리, 화면에 표시한다.

ISC는 또한 이런 자료들을 DPS와 APS 계통으로 송부한다.

원자력발전소에서 송부되는 주요 자료는 다음과 같다.

- 제어봉 삽입 상태, 외부 전력 공급 계통, 비상시 전력 공급, ECCS의 운영 상태



- 원자로 출력
- 원자로 및 격납 용기 냉각 상태
 - 원자로 압력과 수위(비등형 원자로, BWR)
 - 일차 냉각재 압력과 온도 및 가압기 수위(가압경수형 원자로, PWR)
 - ECCS 유속, 격납 용기 압력, 격납 용기 살수 유속
- 여러 방사능 감시 장치에서 측정된 값
- 기상 자료

3. 진단 및 예측 계통(DPS, Diagnosis/Prognosis System)

DPS는 일본의 경수형 원자로에서 발생한 위중한 사고 실험의 경우에 MAPP 코드 계산 결과와 PSA(Probabilistic Safety Assessment) 계산 결과로 구축한 데이터 베이스 자료를 이용한다.

또한 DPS는 노심에서의 반응 조절 및 냉각 계통의 성능 저하와 핵연료 피복재의 완전성, ICS에 의해 전송된 원자로 용기와 격납 용기 자료의 비교 등을 판단하기 위하여 논리 수목 방법(logic tree methodology)을 사용한다.

DPS는 아래와 같은 기능들이 있다.

① 설계된 안전성 기능 상태 판단 : ECCS, 격납 용기 냉각 및 격리 계통, 전력 공급 계통의 상태 판

단(운영 성공 및 실패 여부)

② 핵연료 물질 방호벽의 완전성 판단 : 핵연료 피복재, 원자로 용기, 원자로 냉각재 계통, 격리 계통을 포함한 격납 용기 등의 파손 여부 판단

③ METI의 비상 대책 수립을 위한 비상 행동 수위 결정

각 기능의 판단 결과는 논리 수목과 같은 논리적 전개도를 통하여 이해하기 쉽게 표시된다.

그러나 발전소 자료 중 관련 인자의 상태의 점점 및 이에 대한 적절한 판단 등으로 알 수 있는 원자로 노심의 상태 판단 등과 같이 직접적으로 보여질 수 없는 자료가 있다.

이와 같은 이유로, 사고 분석의 다양성은 위중 사고 분석 코드(MAAP 코드)를 사용하여 분석하며, 이렇게 획득된 결과에 기초한 논리적 판단 결과가 수립되었다.

4. 분석적 예측 계통(ARS, Analytical Prediction System)

APS는 위중 사고 예측 코드(MAAP 코드)를 포함하고 있으며, ICS로부터 전용선을 통하여 받은 전송 인자들과 사전에 구축된 각 발전소의 구조 및 기계 자료를 이용한 종합 분석 코드의 계산 시작과 각 설비 사태의 예측을 하도록 구성되었다.

MAAP 코드는 TMI 사고시 시작된 위중 사고 분석 코드로서, U.S

Atomic Industrial Forum에서 계획하고 U.S 전력연구소(EPRI, Electric Power Research Institute)에서 관리한 IDCOR 계획(Industry Degraded Core Rulemaking)에 기초하여 FAI(Fauske & Associates Institute)에서 개발되었으며, 상업적인 운영에 초점을 맞출 경우 전세계적으로 가장 널리 사용되는 위중 사고 분석 코드이다. 계산 시간은 실제 시간의 1/10 정도이다.

APS는 발전소에서 전송된 자료와의 비교를 위하여 같은 방식으로 예측된 결과를 화면으로 제시할 수 있다.

5. 발전소 운전 자료 구축 계통(PBS, Plant Behavior Data Base System)

PBS는 MAAP의 입력 자료와 계산 결과를 저장한다. APS는 항상 라도 발전소 자료로 초기화되고 예측 시작을 하는 까닭에, PBS는 주어진 사고 시나리오의 Time 0에서 시작한다.

APS와 PBS 모두 같은 시각에서 운영되고 양 계통의 결과는 비교된다. 그들의 이점을 어떻게 결정하느냐에 따라 신뢰성 있는 예측이 될 수 있다.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1st STEP														
• Study	■	■	■											
• Concept	■	■	■											
2nt STEP														
• Basic Design				■	■	■	■							
• Prototype					■	■	■							
3rd STEP														
• System Build up							■	■	■	■				
• Acceptable for each plant								■	■	■				
System makeup														
• Connection Test										■	■	■	■	■
• Comprehensive Examination												■	■	■
• System Improvement												■	■	■

〈그림〉 ERSS의 개발

계통 시험 업무

1. 각 유틸리티에 대한 주기적인 연결

METI의 ICS와 각 유틸리티 계통사이의 통신 회로는 비상시에는 확실하게 연결되어야 한다. 통신 회로는 연결되고 송전되는 자료는 1년에 한번 실행된다.

2. 전 계통의 포괄적 시험

METI의 ICS와 NUPEC의 DPS, APS 및 PBS는 서로 연결되어졌고, 시뮬레이터로부터 모의한 사고의 자료 수신에 의해서 모든 계통이 연속적으로 운영될 수 있는지를 시험하고, 계통 운영의 개선과 운영단의 훈련 및 숙달을 위하여 일주일에 한번씩 시험이 수행된다. 시

험 결과는 계통 개선에 반영된다.

ERSS의 최근 현황

1999년 9월 30일, JCO 핵연료 공장에서 위급한 사고가 발생하였다. 그래서 새로운 특별법(원자력재난대책법, Nuclear Disaster Countermeasures Law)이 2000년 1월 시행되었으며, 비상 대책을 수립하는 METI를 지원하기 위하여 각각의 Off-Site Center에 ERSS(DISPLAY)를 설치하기로 하였다.

2000년 3월 23일, 일본 정부에 의해서 조정된 제1차 비상 대응 훈련이 쓰루가(후쿠이전력) 사이트에서 수행되었고, 이를 지원하기 위하여 ERSS를 설치하였다.

ERSS는 무슨 일이 일어났는지를 보기 좋고 이해하기 쉽게 구성되어야 동시에 모든 사람들에게 좋은 시스템으로 인식된다.

따라서 NUPEC에서는 FY2000년에 ERSS를 개선하였다. ERSS는 운영 전문 요원과 그것을 이해하는 전문가들을 위하여 진부하게 개선되어져 왔다.

그러나 Off-Site Center에서는 재난 방지 전문 공무원과 같은 다양한 사람들이 이를 보고 이해할 수 있어야 한다.

ERSS는 새로운 법에 상응하기 위하여 빠르게 대응하고 쉽게 이해할 수 있도록 더욱 개선되어야 하며, 이 시스템의 훈련 및 숙련이 필요하다. ☹