

# 원자력발전소 사고관리체제 개념설계 Conceptual Accident Management Design for Nuclear Power Plant

\*\*최영<sup>1</sup>, 이용범<sup>2</sup>, 박종호<sup>3</sup>

\*#Y. Choi<sup>1</sup>(Ychoi@kaeri.re.kr), Y.B.Lee<sup>2</sup>, Jong-Ho Park<sup>3</sup>

<sup>1</sup>한국원자력연구원, <sup>2</sup>한국기계연구원, <sup>3</sup>충남대학교

Key words : nuclear power plant, safety, management, system design

## 1. 서론

원전은 안전성이 확보한 정상상태에는 모든 기능이 설계대로 작동하여 사고를 유발시키지 않는다. 그러나 최근 일본에서 발생한 후쿠시마 원전사고와 유사한 아주 발생확률이 낮은 일부 사고 경위에는 냉각재상실사고와 비상노심냉각계통의 고장 및 감속재계통 고장이 되어 중대사고중대사고(일반적으로 노심용융)로 진입할 수 있다. 그러므로 원전 사고관리체제는 발생 가능한 사고를 미리 예방하고 또한 만약 사고가 발생할시, 사고를 규명하고 완하시켜 궁극적으로는 원상복귀 시키는 기능을 갖도록 설계되어야한다. 대부분의 국내 원전은 중대사고 대응전략 측면에서 중대사고지침서(Severe Accident Management Guideline, SAMG)을 확보하였으며 일부 신규원전은 SAMG을 개발하는 단계에 있다. [1] 그러므로 국내원전에 대한 SAMG 개발을 통해 확보된 기술력을 바탕으로 중대사고 대응기술을 보유하고 이를 근거로 중대사고 관련 규제 강화에 대한 적극적인 대처가 가능하도록 통합적으로 사고관리체제를 개발할 필요가 있다.

## 2. 방법 및 평가

원전 사고관리체제를 설계하기 위해서 첫째, 발전소의 확률론적 안전성분석결과를 활용하여 주요 사건을 선정해야한다. 그리고 특정 발전소사고 경위의 사고대처능력을 분석해야한다. 중대사고 대처능력 평가는 세부 항목으로 중대사고 환경분석, 수소대응 능력평가, 격납건물 성능 및 배기 능력평가, 기기 및 계기 가용성평가로 구별하여 수행한다. 중대사고 환경분석은 중대사고 진행에 따라 원자로건물의 압력 및 온도 등 환경조건을 계산하여 기기 및 기기 가용성 평가를 위한 기초자

료를 생산하며, 수소대응 능력평가는 사고경위별 발생되는 수소량과 수소농도를 코드를 이용하여 분석한다.

사고관리체제는 발전소의 설계자료와 신뢰도 결과를 근거로 발전소 안전성을 평가하고 또한 배기능력을 포함한 사고관리 전략을 선정하여 체계적인 제어시스템과 연결시켜야한다.

## 3. 주요전략 및 개념설계

원자로건물이 건전성을 유지하기 위해서는 원자로건물 내부의 열을 제거하여 원자로건물 내부의 온도와 압력을 낮게 유지하는 것이다. 원자로건물내에 설치되어 있는 지역공기냉각기가 정상적으로 작동하면 원자로건물 대기중의 열을 제거하여 원자로건물 내부의 온도와 압력을 낮게 유지할 수 있다.

조기 원자로건물 파손인 원자로건물의 격리가 실패하였을 때 원자로건물 외부로의 방사성물질 방출을 줄이는 방법으로는 냉각수를 살수를 하는 것과 지역공기냉각기를 작동하는 것이 있다. 후기 원자로건물 파손을 방지하기 위해서는 원자로건물 살수나 지역공기냉각기 등을 이용하여 원자로건물 내부의 온도와 압력을 낮게 유지하는 것이 중요하며, 원자로건물 내부의 수소농도가 낮을 때 수소점화기 등을 사용하여 수소를 제거하여 원자로건물을 위협할 정도의 수소연소가 가능한 농도 이상으로 집적되는 것을 방지하는 것이 필요하다.

실용적인 초기단계에서 사고관리체제는 발전소별로 상세한 안전성분석결과를 활용한 주요 사건을 선정하고 아울러 선정된 주요사건의 중대사고 대처능력 평가결과를 반영하여 제시한 완화전략을 개발을 포함한다. 최종단계에서 사고관리체제는 앞서 제시한 사고완화전략을 안전변수모니

터링 보조시스템과 통합하여야한다. 사고관리체제가 제공할 성공적인 사고완화경로화면은 온라인 발전소 정비상태 및 최적완화경로(부품과 시스템조합)를 보여줄 것이다. 데이터베이스를 이용한 사고관리시스템(Fig. 1)은 종합적인 신뢰도 값을 활용한 최적경로를 제시한 예이다. [2]

2. KEPRI, "Level 2 Probabilistic Safety Assessment for PHWR, "TR.93NJ10.97.67-2, 1997.

#### 4. 결론

원자력발전소 중대사고 대처방안을 종합적으로 분석하여 사고관리체제의 개념설계를 제시하였다. 특정발전소의 효과적인 사고대응 전략을 개발하기 위해서는 내부사건 및 지진과 같은 외부사건 포함한 모든 발생 가능한 사고를 분석하고 이에 따른 사고 대처능력을 평가해야한다. 나중에 개발될 사고관리체제는 각 발전소의 정확한 운영 데이터와 설계자료를 활용하여 정밀하게 설계될 것이다.



Fig. 1 Display of Accident Management System Design-Symptom Based Search (Times New Roman 9pt)

#### 후기

This work was performed under " The Mid- and Long-Term Nuclear R & D Program" sponsored by MEST, Korea.

#### 참고문헌

1. USNRC, "Severe Accident Risks: An Assessment for Five U.S. Nuclear Power Plants", NUREG-1150, 1989 . Times New Roman 9pt.