

2001 추계학술발표회 논문집
한국원자력학회

영광 5,6호기 중대사고관리지침서 개발

Development of Severe Accident Management Guidance for Yonggwang Units 5&6

이경원, 변충섭, 김명기, 홍승열
한국전력공사 전력연구원
대전광역시 유성구 문지동 103-16

박기승
한국수력원자력 주식회사
서울특별시 강남구 삼성동 167

요 약

영광 5,6호기 중대사고관리지침서를 개발하였다. 중대사고관리지침서는 주제어실에서 사용하는 응급지침서와 비상기술지원실에서 사용하는 제어지침서, 완화지침서, 감시지침서, 그리고 종료지침서로 구성되어 있다. 응급지침서는 중대사고가 발생하였을 때 비상운전절차서를 종료한 후 중대사고를 대처하기 위한 지침서로 비상기술지원실 발족 이전의 조치사항과 이후의 조치사항으로 구성되어 있다. 완화지침서는 핵분열생성물 제어, 격납건물 건전성 유지, 그리고 원자로용기의 건전성에 필요한 7가지 지침서로 구성되어 있다. 감시지침서는 주요한 발전소 변수를 주기적으로 감시하는 지침서이며, 종료지침서는 중대사고 종료를 판단하는 지침서이다. 그 이외에 중대사고관리지침서의 의사 결정에 필요한 정보인 온도, 압력, 수소농도, 수위, 방사능, 유량 등을 나타내는 설정치 45개를 개발하였으며 의사 결정에 필요한 정보를 얻는 데 사용되는 계산표 7개를 개발하였다.

Abstract

Severe Accident Management Guidance(SAMG) has been developed for Yonggwang Units 5&6. It is consisted of Severe Accident Control Room Guideline, Diagnostic Flow Chart, Severe Accident Guideline, Severe Challenge Guideline, TSC Long Term Monitoring, SAMG Termination. Severe Accident Control Room Guideline, which deals with severe accident after finishing Emergency Operation Procedure, consists of actions before and after TSC actuation. Seven severe accident management strategies are developed. Diagnostic Flow Chart, Severe Accident Guideline, and Severe Challenge Guideline are developed for each strategy, which enables the users to the implementation of strategy easily and systematically. TSC Long Term Monitoring is also developed to monitor long term activities after a particular strategy. Total of 45 set points are developed for decision making during the implementation of the SAMG.

I. 서론

TMI 원전 사고와 체르노빌 원전 사고로 인하여 원자력발전소의 안전성은 기존의 설계기준 사고 시에도 보장되어야 하지만 설계기준사고를 넘어선 중대사고시에도 안전성이 확보되어야 하며 만약 사고가 발생되었을 때를 대비하여 체계적이고 효과적인 사고 완화 전략이 필요하다는 인식에 도달하게 되었다. 일반적으로 발전소에서 사고가 발생하였을 경우에, 일차적으로 비상운전절차서로 대응하도록 되어 있는데 이는 사고가 중대사고로 진전이 안되도록 하는 중대사고예방 전략을 수행하는 것이다. 그러나 만약 계통의 고장 혹은 인적요인에 의하여 사고가 진전하여 방사선이 외부로 심각하게 누출되거나 노심손상에 이르는 단계에까지 이르게 된다면 중대사고를 완화하는 대응전략이 필요하다. 즉 중대사고로 인하여 노심이 손상이 되었다고 확인이 되면 그 후에 기존의 설비를 최대한 활용하여 노심손상을 완화하고 방사선이 격납건물 외부로 누출되는 양을 최소로 하는 전략을 기술하는 중대사고관리지침서가 필요하다. 따라서 영광 5,6호기의 고유 특성을 반영하여 중대사고에 적절히 대응하는 영광 5,6호기 중대사고관리지침서를 개발하였다.¹⁾

II. 본론

중대사고관리를 적절히 수행하기 위해서는 사고관리 전략, 중대사고관리지침서, 계측기 및 필요 정보분석, 조직 및 의사 결정체계, 그리고 훈련이 필요하다. 본 논문에서는 훈련요소를 제외한 나머지 4개 사항에 대해서, 즉 사고관리 전략, 중대사고관리지침서, 계측기 및 필요 정보 분석, 조직 및 의사 결정 체계에 대하여 기술하고자 하며 그 내용과 범위는 다음과 같다.

1. 영광 5,6호기 중대사고관리 전략

영광 5,6호기 사고관리 전략들은 한국표준원전 중대사고지침서에서 채택된 전략을 사용하고 있으며 한국표준원전 중대사고지침서에서는 각 전략들에 대해서 타당성(Feasibility), 유효성(Effectiveness), 부작용(Adverse Effects) 관점을 평가하여 최선의 전략을 도출하였다.²⁾ 즉, 하나의 사고관리 전략을 수행함에 있어서 그 전략은 실현가능(Feasible)하고, 목적인 기능을 수행하는 데 효과적(Effective)이어야 하며, 원전의 안전에 부작용을 야기하지 않아야 한다는 점을 고려하여 전략을 평가하였다. 영광 5,6호기 중대사고관리에 사용된 전략은 표 1과 같다.

2. 중대사고관리지침서

영광 5,6호기 중대사고관리지침서는 주제어실에서 사용하는 주제어실 지침서와 비상기술지원실에서 사용하는 비상기술지원실 지침서로 구성되어 있으며 그 목록은 표 2와 같다.

가. 주제어실 지침서

주제어실 지침서는 중대사고가 발생하였을 때 비상운전절차서를 종료한 후 중대사고를 대처하기 위하여 주제어실에서 사용하는 지침서로 그 내용은 비상기술지원실 발족 여부에 따라 비상기술지원실 발족 이전의 조치사항과 비상기술지원실 발족 이후 조치사항으로 구성되어 있다. 주제어실 지침서는 비상운전절차서 양식에 익숙한 주제어실 요원들이 사용하기 편하도록 비상운전절차서와 같이 2열 양식으로 작성하였다.³⁾

중대사고가 발생한 상황에서 비상기술지원실이 발족이 아직 안되었다면 주제어실은 주제어실 지침서를 따라 조치를 수행하여야 하며, 영광 5,6호기의 경우는 대형 냉각재 상실사고 및 완전급수상실사고와 같은 사고가 발생하면 이에 해당된다. 주제어실 운전원이 취해야 하는 조치들은 노심 냉각을 유지하고 격납건물 압력을 제어하는 내용이며 이 조치들을 중요도 순서대로 수행하도록 주제어실 지침서에 나열하였다.

표 1 영광 5,6호기 중대사고관리 전략

지침서 번호	제 목	조 치	목 적	사용 기기 또는 계통
완화-01	증기발생기 급수 주입	SG 급수 주입	<ul style="list-style-type: none"> • RCS 열제거원 확립 • SG 건전성 유지 • 격납건물 우회 방지 • 격납건물 외부로의 방사능물질 방출 감소 	<ul style="list-style-type: none"> • 고압급수계통 • 저압급수계통
		SG 감압		<ul style="list-style-type: none"> • 증기방출밸브
완화-02	원자로 냉각계통 감압	RCS 직접 감압	<ul style="list-style-type: none"> • DCH 방지 • 격납건물 건전성 유지 • 노심 냉각 확립 	<ul style="list-style-type: none"> • SDS • 가압기 보조 살수
		SG 감압		<ul style="list-style-type: none"> • 증기방출밸브
완화-03	원자로 냉각계통 냉각수 주입	RCS 냉각수 주입	<ul style="list-style-type: none"> • 노심 냉각 확립 • 원자로용기 파손 방지 • 격납건물 대기로의 방사능물질 방출 감소 	<ul style="list-style-type: none"> • 고압/저압 안전주입펌프 • 살수 펌프 • 충전 펌프
완화-04	격납건물 냉각수 주입	격납건물 냉각수 주입	<ul style="list-style-type: none"> • 노심 열제거원 확립 • 원자로용기 건전성 유지 • 격납건물 바닥 콘크리트 건전성 유지 • 격납건물 대기로의 방사능물질 방출 감소 	<ul style="list-style-type: none"> • 살수펌프 • RWT 중력배수
완화-05	핵분열생성물 방출 제어	격납건물 감압	<ul style="list-style-type: none"> • 격납건물에서의 방출 감소 • 보조건물로의 방출 감소 	<ul style="list-style-type: none"> • 격납건물 살수 • 격납건물 팬냉각기
		증기 덤프	<ul style="list-style-type: none"> • 증기발생기에서의 방출 감소 	<ul style="list-style-type: none"> • 증기방출밸브 및 복수기
		보조건물 배기	<ul style="list-style-type: none"> • 보조건물에서의 방출 제어 	<ul style="list-style-type: none"> • 보조건물 배기 계통
완화-06	격납건물 상태 제어	격납건물 열제거원 가동	<ul style="list-style-type: none"> • 격납건물 건전성 유지 • 방사능물질 방출 감소 • 기기 및 계측기 작동 환경 유지 	<ul style="list-style-type: none"> • 격납건물 살수 • 격납건물 팬냉각기
완화-07	격납건물 내 수소 제어	수소 제거	<ul style="list-style-type: none"> • 수소 폭발 방지 	<ul style="list-style-type: none"> • 수소점화기 • 수소재결합기
		인위적 수소 연소		<ul style="list-style-type: none"> • 전기 스파크 발생 전동기기
		격납건물 불활성화		<ul style="list-style-type: none"> • 격납건물 열제거원 운전 중지 • RCS 밸브 개방

비상기술지원실이 발족한 후 주제어실 운전원이 취해야 하는 조치는 주기적으로 발전소 상태를 감시하는 것이다. 이는 비상기술지원실이 전략수행제어도를 사용하여 발전소 상태에 따른 적절한 사고관리 전략을 선택하는 데 필수적인 정보를 제공하기 위하여 주기적으로 발전소 상태를 감시하는 것이다.

나. 비상기술지원실 지침서

비상기술지원실에서 사용하는 지침서는 전략수행제어도, 완화지침서, 감시지침서, 그리고 종료지침서로 구성하였다. 전략수행제어도는 발전소 상태를 진단하고, 발전소 상태에 따라 발전소를 위협하는 인자를 완화하기 위한 적절한 사고관리 전략을 선택하는 데 사용한다. 완화지침서는 발전소의 특정 변수가 사전에 정의된 범위를 초과하였을 때 이 변수를 안정된 값 이하를 유지하는 데 필요한 조치들을 기술한 지침서이다. 감시지침서는 주요한 발전소 변수를 주기적으로 감시하는 지침서이며, 종료지침서는 중대사고 상황의 종료 여부를 판단하는 지침서이다.

(1) 전략수행제어도

비상기술지원실은 전략수행제어도를 사용하여 발전소 상태를 진단하고, 발전소 상태에 따라 발전소를 위협하는 인자를 완화하기 위하여 이에 해당하는 완화지침서를 선택한다.

전략수행제어도에는 중대사고가 진행되는 동안 계속하여 감시하고 제어되어야 하는 주요 발전소 변수들이 기술되어 있으며, 두 가지 군으로 나누어지는 데 하나는 발전소 안전 변수군이며 그림 1과 같고, 다른 하나는 격납건물 중대위협 변수군으로 그림 2와 같다.

표 2 중대사고관리지침서 목록

구분	지침서 번호	지침서 제목
응급	응급 - 01	중대사고 주제어실 지침서
제어	제어 - 01	전략수행제어도
완화	완화 - 01	증기발생기 급수 주입
	완화 - 02	원자로 냉각재 계통 감압
	완화 - 03	원자로 냉각재 계통 냉각수 주입
	완화 - 04	격납건물 냉각수 주입
	완화 - 05	핵분열생성물 방출 제어
	완화 - 06	격납건물 상태 제어
	완화 - 07	격납건물 내 수소 제어
감시	감시 - 01	장기 관심사항 감시
종료	종료 - 01	중대사고관리 종료
계산표	계산표 - 01	장기 붕괴열 제거를 위한 냉각수 주입율
	계산표 - 02	격납건물 내 수소 가연성
	계산표 - 03	노심회복을 위한 RCS 냉각수 주입율
	계산표 - 04	격납건물 냉각수 수위 및 체적
	계산표 - 05	RWT 증력 배수
	계산표 - 06	격납건물 배기시 배기량
	계산표 - 07	격납건물 감압시 수소 영향

앞에서 언급한 바와 같이 비상운전지원실에서는 전략수행제어도를 통하여 두 가지의 변수군을 동시에 주기적으로 감시한다. 두 변수군의 설정치가 모두 초과했다면 중대사고 대처 전략 수행 우선 순위는 격납건물 중대위협 변수군에 있는 지침 수행을 우선적으로 수행한다. 그리고 격납건물 중대위협 변수군 안에 있어서도 상단에 있는 수행지침이 하단에 있는 수행지침보다 우선적이다. 즉 발전소 부지경계선량은 우선 순위 1위이며 격납건물 압력은 우선 순위 2위 그리고 격납건물 수소 농도(수소위협)는 맨 마지막 순위이다.

일반적으로 사고관리 흐름을 보면 안전 변수군이 격납건물 중대위협 변수군보다 먼저 설정치를 초과하게 된다. 비상기술지원실은 안전 변수군에 있는 각각의 설정치에 따라 해당 완화지침서를 수행한다. 그런 도중에 격납건물 중대위협 변수군이 설정치를 초과하면 안전 변수군에 의해 수행 중이던 완화지침서를 중단하고 즉시 격납건물 중대위협 변수군에 의해 해당하는 완화지침서를 수행한다. 그런 후에 격납건물 중대위협 변수군에 의해 불리워진 완화지침서 수행이 완료되면 원래 수행하던 완화지침서로 되돌아가서 중대사고 대처를 수행한다.

(2) 완화 지침서

완화 지침서에는 모두 7개의 지침서로 구성되어 있으며, 각 지침서는 해당 변수들을 제어할 수 있는 전략들을 체계적이고 논리적으로 평가하고, 수행할 수 있도록 다음과 같은 일련의 조치들로 구성하였다. 각 조치들은 다수의 세부 단계를 갖고 있는 것도 있다.

- 사용가능 수단 확인
해당 지침서의 목적을 달성하는 데 사용할 수 있는 유용한 수단을 파악한다.
- 전략 수행 여부 결정
해당 지침서를 수행하지 않았을 때의 결과와 수행하였을 때의 부정적 영향을 비교하여 해당 지침서를 수행할 것인지를 결정한다.

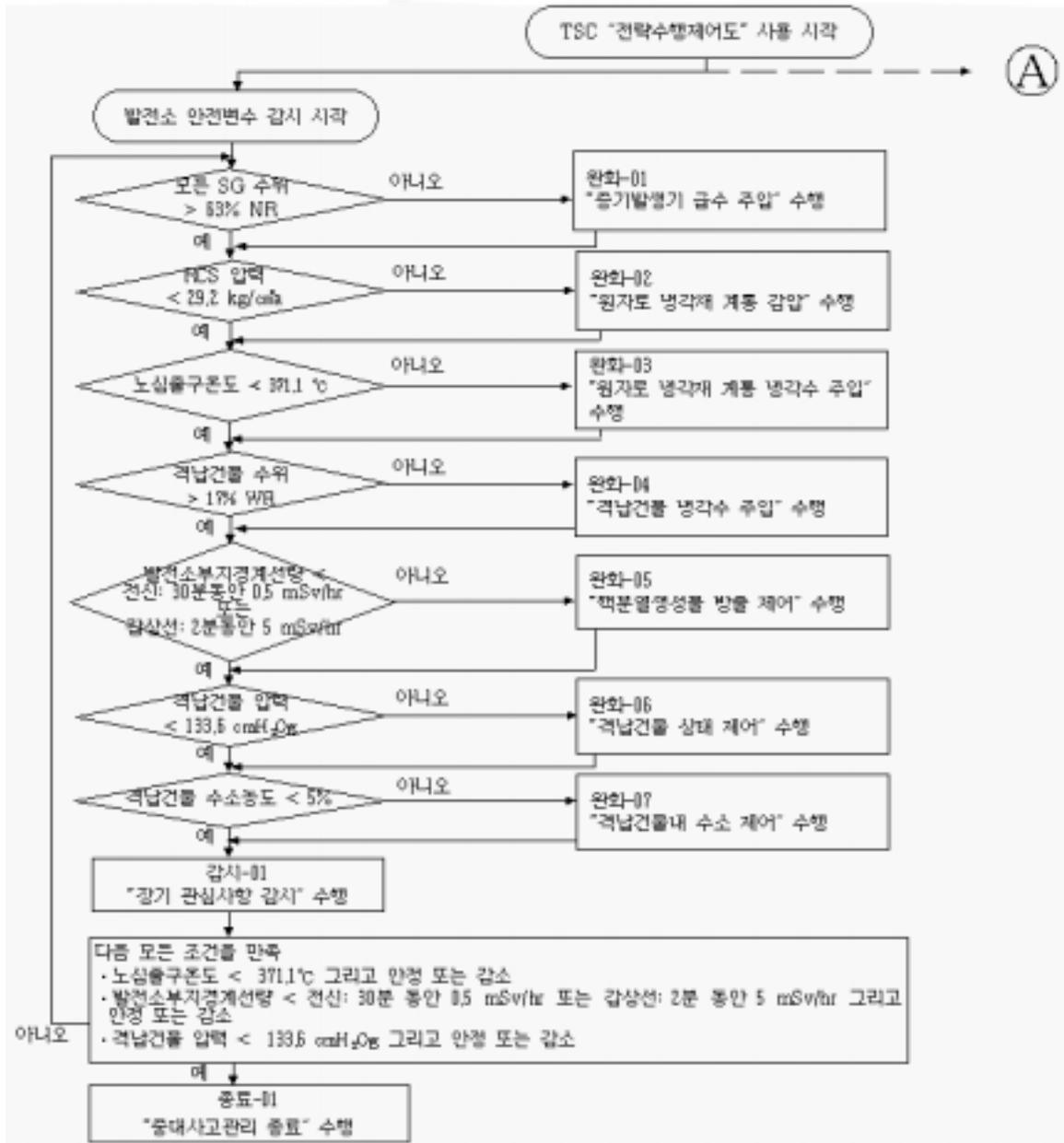


그림 1 전략수행제어도(안전 변수군)

- 전략 수행 방법 결정
사용 가능한 수단이 여러 가지가 있을 때 어떤 수단을 사용할 것인지를 결정한다.
- 전략 수행
선정된 수단을 사용하여 주제어실에서 조치를 취하도록 지시하고, 수행 결과를 확인한다.
- 전략 종료
장기적으로 감시를 할 사항들을 확인한 후 지침서를 빠져나간다.

(3) 감시 지침서

중대사고를 관리하기 위하여 완화지침서를 수행하게 되면 전략수행에 따른 장기 관심사항들이

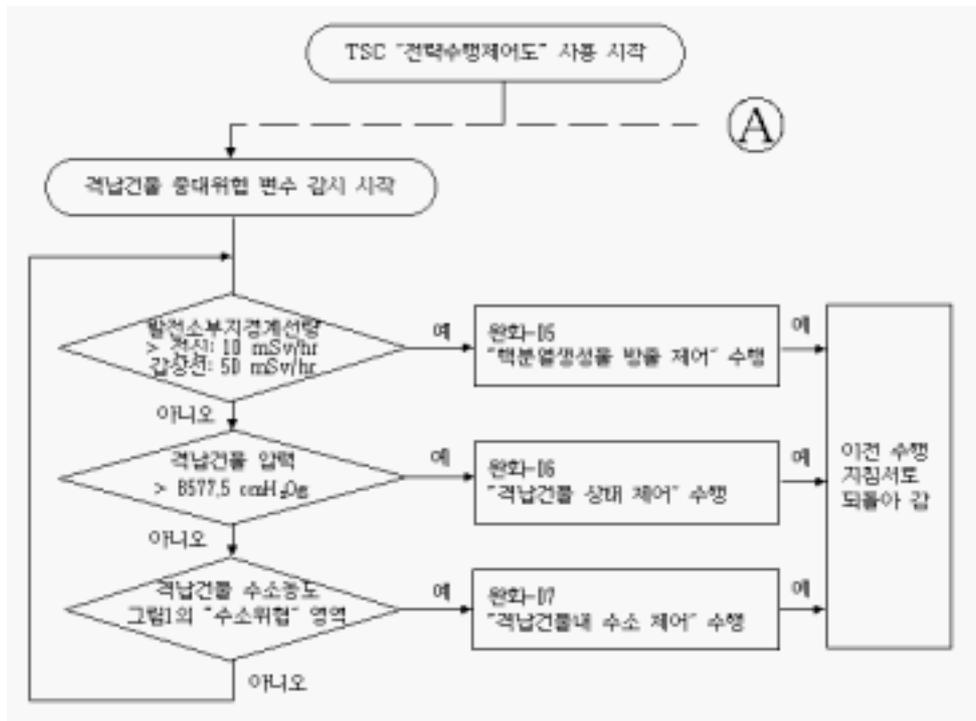


그림 2 전략수행제어도(중대위협 변수군)

발생한다. 완화지침서에서 개발된 모든 장기 관심사항들은 감시지침서에 첨부되어 있으며, 감시지침서는 전략수행제어도에서 발전소 안전변수 점검이 모두 끝나면 매번 되풀이하여 수행하도록 한다. 전략이 일단 수행되고 나면 그 전략을 성공적으로 계속하여 수행할 수 있다는 것을 확신하기 위하여 전략이 수행된 지침서에서 장기 관심사항을 정의된 하나 또는 그 이상의 발전소 변수들을 감시한다. 또한 비상운전절차서 수행중에 자동으로 작동하거나 운전원 조치에 의해 작동된 계통들이 전략수행제어도의 변수들을 제어하는데 사용되고 있다면 이들을 이미 수행된 중대사고관리 전략으로 간주하고 이들에 대한 장기 관심사항들을 감시한다.

(4) 종료 지침서

전략수행제어도에서 발전소가 안정적이며 제어 가능하다고 판정이 났을 때 종료지침서를 수행한다. 이때 발전소 거동은 다음과 같다.

- 노심출구온도 < 371.1℃ 그리고 안정 또는 감소
- 발전소부지경계선량 < 전신 : 30분 동안 0.5 mSv/hr 또는
갑상선: 2분 동안 5 mSv/hr 그리고 안정 또는 감소
- 격납건물 압력 < 133.6 cmH₂Og 그리고 안정 또는 감소
- 격납건물 수소농도 < 5% 그리고 안정 또는 감소

중대사고 상황이 종료된 후에는 발전소 계통과 구조물들이 방사능으로 오염이 되었기 때문에 회복조치들을 취할 때 매우 조심을 하여야 한다. 종료지침서에는 중대사고 상황이 종료된 후 회복조치들을 수행하는 데 중요한 정보들을 기술하였다.

(5) 계산표

비상기술지원실이 전략수행제어도를 사용하여 발전소 상태를 진단하거나, 각 완화 지침서를 수행하는 도중 필요한 정보를 얻는 데 사용할 수 있는 계산표 7종을 개발하였다. 계산표는 계측기로부터 정보를 얻을 수 없거나, 계측기들이 각기 다른 값을 나타낼 때 또는 부정확 값을 나타낼 때 사용한다. 계산표는 그림으로 작성되었기 때문에 계산표를 사용하여 필요 정보를 얻는 방법은 매우 간단하며 별도의 계산은 필요 없다. 계산표들은 어떠한 중대사고 시나리오에서도 효율적으로 사용할 수 있도록 입력으로는 두세 개의 발전소 변수들만 필요로 한다. 또한 계산표 작성시 중대사고 현상에 대한 불확실성을 모두 고려하였기 때문에 확신을 가지고 사용할 수 있다. 다른 발전소에서 중대사고관리지침서를 개발할 때 개발을 용이하도록 하기 위하여 계산표 작성에 사용된 근거와 작성 방법을 상세히 기술하였다.⁴⁾

3. 계측기 및 필요 정보 분석

가. 계측기 평가

중대사고관리지침서에서는 발전소에 대한 위협 여부를 판단하고 필요한 운전원의 조치의 우선 순위를 정하고, 조치가 성공적인지 판단하기 위하여 계기 측정값이 사용되며, 그 평가 고려사항은 다음과 같다.

- 기능 수행을 방해하는 계기의 제한사항
- 예측된 중대사고 상황에 대한 대처 가능성과 최대 계측범위
- 중대사고 동안 예상되는 변수값에 대한 계기 측정의 정확성
- 예상되는 중대사고 조건하에서 센서 물질 특성의 제한성
- 계기 혹은 케이블의 위치 때문에 나타나는 취약성
- 중대사고 동안 표준 측정치를 얻을 수 있는 능력

상세 평가를 위하여 선택한 계기측정치는 전략수행제어도에서 발전소 위협을 판단하기에 필요한 변수가 일차적인 대상이다. 그러나, 운전원 조치의 이행과 감시에 사용되는 주요한 변수가 여러 지침서에서 사용된다. 이러한 변수로서는 증기발생기 수위, 원자로냉각재계통 압력, 노심 온도, 격납건물 수위, 격납건물 수소 농도, 격납건물 압력 및 방사선 등이 있으며, 전략수행제어도의 변수는 아니지만 증기발생기 압력, 격납건물 온도, 원자로 수위들은 판단 과정에서 사용된다. 측정 방법과 관련하여 영광 5,6호기 중대사고관리에 필요한 정보 및 획득 방법은 표 3에 요약하여 기술하였다.

나. 설정치 평가

영광 5,6호기 중대사고관리지침서에서는 여러 가지 설정치를 사용하고 있다. 이들 설정치들은 계기의 교정 오차 및 환경적 요인의 고려 없이 제시한 방법에 따라 계산된다.¹⁾ 따라서, 특별한 언급이 없는 한 지침서에서 사용된 설정치는 최적평가 방법에 의해 결정된다. 그러나 지침서의 설정치의 해석 및 측정 방법 등은 계기 평가에서 언급한 대로 본 지침서 사용자에게 의해 변경 될 수도 있다.⁵⁾

4. 중대사고 대처 조직 및 임무

일반적으로 방사선비상계획서는 발전소에서 발생 가능한 모든 방사선 방출 사고에 대처하도록 작성되었기 때문에 어떤 의미에서 보면 중대사고도 이에 대한 대처 및 임무가 포괄적으로 포함되어 있다고 할 수 있다. 그러나 중대사고 대처의 조직 및 임무는 명확하지 않으므로 방사선비상계획서와 중대사고 대처 조직과의 연계성을 기술하였다.

표 3 영광 5,6호기 중대사고관리에 필요한 정보 및 획득 방법

구분	필요 정보	획득 방법	구분	필요 정보	획득 방법
유량	RCS 주입 유량	ECCS 유량 지시계	온도	노심 온도	노심출구 열전대
압력	RCS 압력	RCS 압력 지시계			고온관/저온관 RDT
		가압기 압력 지시계			과냉각 여유도 감시기
		안전주입탱크 압력 지시계		격납건물 온도	격납건물 온도계
		ECCS 유량		보조건물 활성화탄 여과기 온도	활성탄 여과기 온도 지시계
증기발생기 압력	증기발생기 압력 지시계	수위		원자로 수위	원자로 수위 지시계
격납건물 압력	격납건물 압력 지시계		노외 핵계측기		
수소 농도	격납건물 수소농도		격납건물 수소 감시기	증기발생기 수위	광역 수위 지시계
			사고후 샘플링		협역 수위 지시계
			계산표-02, “격납건물 내 수소 가연성”		격납건물 수위
방사능	격납건물 방사능		지역 방사능 감시기	격납건물 배수조 수위 지시계	
	보조건물 방사능	지역 방사능 감시기	계산표-04, “격납건물 냉각수 수위 및 체적”		
	발전소 부지경계선에서의 (예상) 피폭 선량	지역 방사능 감시기 계산	RWT 수위	RWT 수위 지시계	
			기타 탱크 수위	탱크별 수위 지시계	

가. 중대사고 대처 조직

중대사고에 대처하기 위한 새로운 조직을 구성하는 것보다 기존의 비상운전지원실 조직을 활용함으로써 비상계획 수행이라는 본래 기능에 혼란을 초래하지 않기 위해 방사선비상계획서에 기술되어 있는 비상기술지원실 조직을 중대사고 대처조직으로 사용하였다.¹⁾

나. 중대사고 대처 조직 임무

비상기술지원실을 중대사고 대처조직으로 활용하기 위하여 기존의 임무에 다음과 같은 중대사고시 대처 임무를 부과하였다.

- 비상기술지원실장
 - 중대사고 대처에 대한 모든 책임과 권한을 가지며 비상운전반, 기술반, 방사선감시반의 의견을 참고하여 중대사고 관리 전반의 중요사항에 대한 최종 결정을 내린다.
- 비상운전반
 - 비상운전반장(발전부장)은 ‘중대사고관리지침서’ 수행 업무중 중요한 상황 및 조치결정 사항이 있을 경우 비상기술지원실장에게 통보하며 중요한 의사결정은 비상기술지원실장의 지시에 따른다.
 - 비상운전조: 중대사고 시의 비상운전조의 임무는 기존 임무와 동일하다.
 - 운전지원조: 수행조장은 비상운전반장의 지시에 따라 ‘중대사고관리지침서’를 수행하며, 중요한 상황 및 조치결정 사항이 있을 경우 비상운전반장을 경유, 비상기술지원실장에게 보고하고 그 지시에 따른다.
- 기술반
 - 안전분석조: 중대사고관리지침서 수행조가 요구하는 각종 주요변수를 제공한다.
- 방사선감시반
 - 중대사고 시의 방사선감시반의 임무는 기존 임무와 동일하다.
- 기타 비상운영지원실, 행정지원실, 비상대책실의 임무는 기존 임무와 동일하다.

5. 중대사고관리지침서 확인 및 검증

가. 중대사고관리지침서 확인

영광 5,6호기 중대사고관리지침서의 확인을 위하여 한국표준원전 중대사고지침서 개발자, 영광 5,6호기 중대사고관리지침서 개발자 및 사용자(영광 5,6호기 발전소)가 중대사고관리지침서의 확인 작업을 수행하였다. 그리고 최종적으로는 확인 및 검증작업을 동시에 수행하였으며 이때에는 영광 5,6호기 발전소의 지침서 사용자를 대상으로 중대사고관리지침서에 대한 교육을 수행하고 중대사고 현상 및 지침서에 대한 이해가 충분한 상태에서 지침서의 각 단계에 대한 확인 작업을 수행하였다. 확인 작업 시 제시된 사항에 대해서는 재검토를 거친 후에 중대사고관리지침서에 반영하였다.⁶⁾

나. 중대사고관리지침서 검증

중대사고관리지침서의 검증이란 중대사고관리지침서가 중대사고 상황하에서 운전원의 능력 및 한계가 고려된 적정한 정보를 제공하는지와 발전소 설비의 동작특성, 운전조의 인적능력 및 행정체계와 일치하는지를 검증하는 것으로, 요약하면 지침서의 사용적합성과 운전 적합성을 검증하는 것이다. 검증방법에는 토의식, 현장답사, 시뮬레이터를 사용하는 방법이 있으나 국내에는 아직까지 중대사고를 모사하는 시뮬레이터가 없기 때문에 이번 검증에서는 중대사고 시나리오를 개발하여 토의식으로 검증작업을 수행하였다. 중대사고 검증용 시나리오는 중대사고 분석 전산 코드인 MAAP을 사용하여 영광 5,6호기의 PSA 결과 가장 중요한 사고로 밝혀진 완전급수상실 사고를 선정하였다.⁷⁾ 검증 시 제시된 불일치 항목에 대해서는 재검토를 거친 후에 최종 중대사고관리지침서에 반영하였다.⁸⁾

III. 결 론

원자력발전소의 중대사고관리는 5개 요소로 구성되어 있는데 본 연구에서는 교육 및 훈련을 제외한 중대사고관리 전략, 중대사고 지침서, 계측기 및 필요 정보분석, 조직 및 의사 결정체계를 영광 5,6호기에 적용하여 중대사고관리 체계를 수립하였다.

영광 5,6호기의 중대사고지침서는 주제어실에서 사용하는 지침서와 비상기술지원실에서 사용하는 지침서로 구성되어 있다. 주제어실에서 사용하는 지침서는 중대사고가 발생하였을 때 비상운전 절차서를 종료한 후 중대사고를 대처하기 위한 지침서로 그 내용은 비상기술지원실이 발족 여부에 따라 비상기술지원실 발족 이전의 조치사항과 비상기술지원실 발족 이후 조치사항으로 구성되어 있다. 비상기술지원실에서 사용되는 비상기술지원실지침서는 전략수행제어도, 완화지침서, 감시지침서 그리고 종료지침서로 구성되어 있다. 전략수행제어도는 발전소 상태를 진단하고, 발전소 상태에 따라 발전소를 위협하는 인자를 완화하기 위한 적절한 사고관리 전략을 선택하는 데 사용한다. 완화지침서는 발전소의 특정 변수가 사전에 정의된 범위를 초과하였을 때 이 변수를 안정된 값 이하를 유지하는 데 필요한 조치들을 기술한 지침서이다. 감시지침서는 발전소의 주요변수를 주기적으로 감시하기 위한 지침서이며, 종료지침서는 중대사고 상황이 종료여부를 판단하는 지침서이다.

본 연구에서는 중대사고관리지침서에 사용되는 발전소 변수 즉 온도, 압력, 수소농도, 수위, 방사능, 유량 등에 대한 45개 변수를 분석하여 설정치를 개발하였으며 이외의 중대사고 의사 결정에 필요한 정보를 얻는 데 사용되는 7종의 계산표를 개발하였다.

중대사고대처 수행 조직으로는 비상기술지원실을 중대사고에 대처하는 조직으로 결정하였으며 이에 따른 중대사고대처 요원의 책임과 임무를 부과하였으며, 마지막으로 중대사고 시나리오 템플릿을 개발하여 중대사고관리지침서 검증작업을 수행하였다.

본 연구에서 개발한 영광 5,6호기 중대사고관리지침서는 향후 국내 원전 중대사고관리지침서 개

발 시 중대사고지침서의 기본 골격으로 사용될 예정이다.

참고문헌

- [1] “영광 5,6호기 중대사고관리지침서 수탁과제 완료보고서”, TR.99NE15.C2001.249, KEPRI, 2000.
- [2] “한국표준원전 중대사고지침서 개발”, RR-1939/98, KAERI, 1999.
- [3] “울진 3,4호기 비상운전절차서,” Rev.1, KAERI, 1997.
- [4] “영광 5,6호기 중대사고관리지침서 기술배경서”, KEPRI, 2001
- [5] “Severe Accident Management Guidance Technical Basis Report,” Vol. 1&2, TR-101869, EPRI, 1993.
- [6] “영광 5,6호기 중대사고관리지침서 불일치 보고서”, TM.99NE15.P2001.340, KEPRI, 2001.
- [7] “영광 5,6호기 중대사고관리지침서 사고시나리오 템플릿(완전급수상실사고)”, KEPRI, 2001.
- [8] “영광 5,6호기 중대사고관리지침서 검증결과 보고서”, TM.99NE15.P2001.341, KEPRI, 2001.