

한국원자력학회 춘계학술발표회
원전 사고관리계획서 개발 워크숍
2016. 5. 11(수) / 제주 국제컨벤션센터

국내 사고관리 규제 동향

'16. 5. 11

정구영

한국원자력안전기술원



한국원자력안전기술원
KOREA INSTITUTE OF NUCLEAR SAFETY

목 차

1

원자력안전법 개정 내용 및 입법취지

1.1 원자력안전법 개정 내용

1.2 입법취지 - 개정 법안 의안 원문

1.3 입법취지 - 국회 전문위원보고서

1.4 입법취지 - 요약

2

하위법령 법제화 기본방향 및 주요 검토사항

3

하위법령 주요 내용

1.1 원자력안전법 개정 내용

● 원자력안전법 개정 내용

■ 제2조(정의)

25. “사고관리”란 원자로시설에 사고가 발생하였을 때 사고가 확대되는 것을 방지하고 사고의 영향을 완화하며 안전한 상태로 회복하기 위하여 취하는 제반조치를 말하며, 원자력안전위원회에서 정하는 설계기준을 초과하여 노심의 현저한 손상을 초래하는 사고(이하 “중대사고”라 한다)에 대한 관리를 포함한다.

■ 제20조(운영허가)

②제1항의 허가를 받으려는 자는 허가신청서에 ... 사고관리계획서(중대사고관리계획을 포함한다), ... 를 첨부하여 위원회에 제출하여야 한다.

■ 제21조(허가기준)

6. 제20조제2항에 따른 사고관리계획서의 내용이 위원회규칙으로 정하는 기준에 적합할 것

1.1 원자력안전법 개정 내용

- 원자력안전법 개정 내용 (계속)

- 제1조(시행일)

이 법은 2016년 1월 1일부터 시행한다. 다만, 제2조제25호, 제20조제2항, 제21조제6호 및 제103조의2의 개정규정은 공포 후 1년이 경과한 날부터 시행한다.

- 제3조(사고관리계획서에 관한 경과조치)

이 법 제20조제2항 시행 당시 종전의 규정에 따라 발전용원자로 및 관계시설을 운영 중이거나 이미 운영허가를 신청하여 위원회에서 심사 중에 있는 자는 운영허가 여부와 관계없이 같은 개정 규정 시행일부터 3년 이내에 이 법에 따른 해당 시설의 사고관리계획서를 위원회에 제출하여야 한다. 이 경우 위원회에 제출한 사고관리계획서는 제20조제2항의 개정규정에 따라 위원회에 제출된 사고관리계획서로 본다.

1.2 입법취지 - 개정법안 의안원문

● 제안이유 (국회 미방위 의안 원문 인용)

- 발생가능성이 매우 낮을 것으로 평가된 중대사고가 2011년 일본 후쿠시마에서 실제로 발생함에 따라 중대사고관리에 대한 중요성 제기
- 그러나 중대사고 안전관리가 중대사고 정책성명 공표 및 사업자 이행요구 등과 같은 법적 근거가 미약한 행정명령으로 이루어짐에 따라, 중대사고 대처설비 설계 및 사고관리 등 사고관리계획에 대한 안전규제 규정이 현행법상 미흡한 실정
- 따라서 「원자력안전법」에 중대사고관리를 포함한 사고관리 관련 책무와 규제요건을 명확히 규정함으로써, 만일에 중대사고가 발생할 경우에도 사고관리 프로그램을 통하여 방사성물질이 발전소내 또는 소외로 방출하는 것을 최소화하고, 또한 발전소를 안전한 상태로 회복시킬 수 있도록 개정·보완하고자 함

1.2 입법취지 - 개정법안 의안원문

- 주요내용 (국회 미방위 의안 원문 인용)

- 사고관리에 대한 정의규정을 통해 기존의 설계기준 사고관리에 추가하여 중대사고 시 사고관리를 포함하도록 규정함(안 제2조 제25호 신설)
- 운영허가 신청서 첨부서류에 운전에 관한 사고관리계획서를 추가하고, 원자력안전위원회가 이 서류에 대한 허가기준을 마련하도록 함(안 제20조제2항 및 안 제21조제6호 신설)

1.3 입법취지 – 전문위원보고서

- 용어의 정의 (전문위원보고서 인용)

- 중대사고를 “원자력안전위원회에서 정하는 설계기준을 초과하여 노심의 현저한 손상을 초래하는 사고”로 정의하면서, 사고관리가 중대사고에 대한 관리를 포함한다고 명시하고 있음.
- (참고) 현행 「원자로규칙」 제2조
 - 제8호(설계기준) : 원자로시설의 원자력발전소 수명기간 동안 예상되는 운전상태 또는 사건에 대하여 원자로시설의 조건이 규정된 제한치를 초과하지 아니하도록 설정하는 기준으로서 원자로시설에 설치되는 설비들의 설계시 고려하여야 하는 최소한의 기능 또는 성능에 관한 기술을 말한다.
 - 제9호(설계기준사고) : 설비가 설계기준에 적합하기 위하여 설비의 설계시 고려하여야 하는 사고를 말한다.

1.3 입법취지 – 전문위원보고서

● 원자력사고의 유형 (전문위원보고서 인용)

- 일반적으로 원자력사고는 설계기준사고, 일반 설계기준 초과사고, 중대사고의 세 유형으로 분류됨. 먼저, 설계기준사고는 원전 설계시 가상사고를 설정하여 설계의 기준으로 사용하는 사고로, 원전을 정상적으로 가동하더라도 발생할 수 있는 불가피한 사고임. 설계기준 초과사고는 이러한 설계기준을 초과한 사고로서, 이 중 핵연료가 장착되는 노심의 손상·용융에 이르는 사고를 중대사고로 보고 있음.

<원자력사고 유형별 분류>

설계기준사고	설계기준 초과사고	
	일반 설계기준 초과사고	중대사고
-주요 배관 파손 및 절단 -제어봉 이탈 -냉각재펌프 파손 등 ↵ ↵	-완전 정전사고 -급수유량완전 상실사고 -주요 배관의 중대한 파손 및 절단 -원자로정지불능 과도사고 등	-안전설비의 다중고장으로 노심손상이 발생하는 사고 등 ↵

자료: 원자력안전위원회, 2014.11.

1.3 입법취지 – 전문위원보고서

● 사고관리계획의 체계 (전문위원보고서 인용)

- 현행 원자력사업자의 사고관리 계획 체계를 살펴보면, 중대사고가 아닌 사고(설계기준 사고, 일반 설계기준 초과사고)의 경우, 비상운전절차서(EOP)에서 대응 절차를 기술하고 있는데, 사고 악화를 방지하고 시설을 정상화하는 것을 목표로 함
- 중대사고의 경우, 중대사고관리지침서(SAMG)에서 대응 절차를 기술하며, 원전의 정상적 운전을 포기하더라도 사고가 악화되어 외부 환경에 악영향을 미치는 것을 방지하는 것을 목표로 함
- 개정안은, 사실상 이루어지던 사고관리계획 체계를 법률 체계 내에서 명확히 함으로써, 보다 면밀한 사고관리가 이루어지도록 하는 것으로서 타당하다고 판단

<원자력사고 관리계획 체계> ↓

설계기준사고 ↓	설계기준 초과사고 ↓	
	일반 설계기준 초과사고 ↓	중대사고 ↓
비상운전절차서 ↓		중대사고관리지침서 ↓

1.3 입법취지 – 전문위원보고서

● 시행일에 대한 검토 (전문위원보고서 인용)

- 다만, 다음과 같은 사항에 대해서는 추가 논의가 필요하다고 판단됨.
- 첫째, 6개월로 제시된 시행일을 1년으로 수정하여, 법 시행에 면밀히 대비하도록 할 필요가 있음. 즉, 하위법령 및 고시 등에서 사고관리와 관련한 세부내용을 정하기 위해서는, 국제원자력기구(IAEA) 등 국제기준과 해외적용 사례를 분석하고, 전문가의 충분한 의견수렴을 거쳐 국내 적용방안을 마련하는 것이 필요한 상황임.
- 둘째, 사고관리계획을 “사고관리계획서”로 수정함으로써, 인허가 문서임을 명확하게 표기할 필요가 있겠음.

1.4 입법취지 - 요약

● 사고관리 법제화 입법취지 (요약)

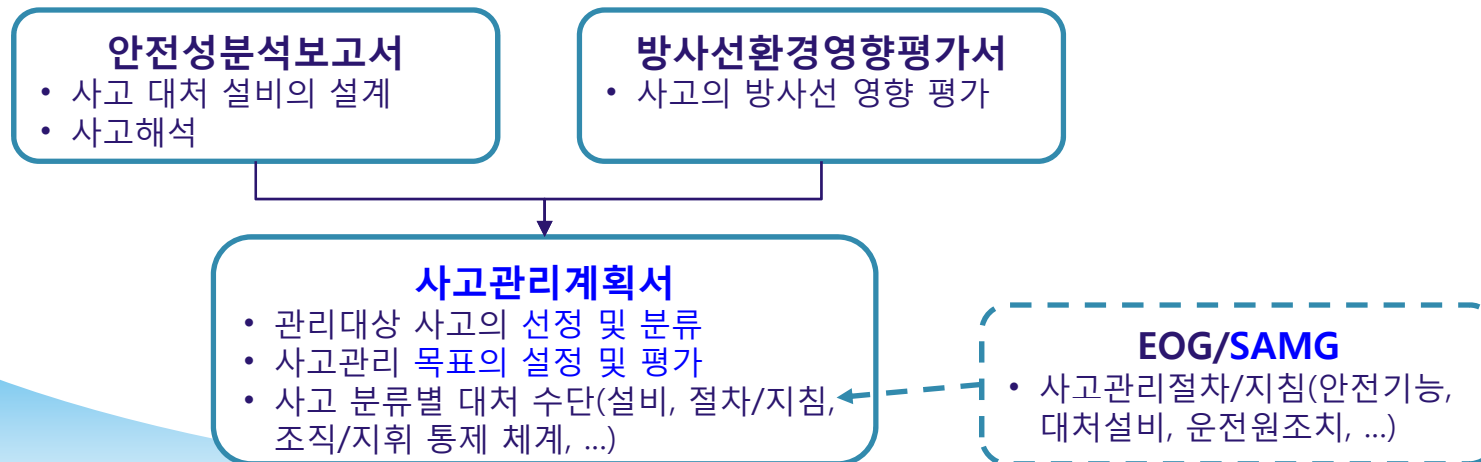
- 중대사고관리지침서, 중대사고 대처설비 설계 등 중대사고 정책 및 행정조치에 의해 기존에 수행되던 중대사고 규제에 대한 법적 근거 마련
- 기존에 법적 근거 없이 수행되던 중대사고 안전관리를 법제화함으로써 중대사고에 대한 안전관리 책임 및 규제요건 명확화
- 단계적 사고 유형(설계기준사고-일반 설계기준초과사고-중대사고)를 모두 포함하는 사고관리체계로서의 사고관리계획서를 인허가문서로 신규 도입
- 사고관리의 세부 적용방안은 IAEA 등 국제기준 및 해외 적용사례를 검토한 후, 전문가들의 충분한 의견수렴을 거쳐 개발

목 차

- ① 사고관리 관련 원자력안전법 개정 내용 및 입법취지
- ② 하위법령 법제화 기본방향
 - 2.1 사고관리계획서의 의미 및 역할
 - 2.2 법제화 추진 기본방향
 - 2.3 심층방어 관점의 사고 분류 및 관리
 - 2.4 사고관리 전체 흐름도
- ③ 하위법령 주요 내용

2.1 사고관리계획서의 의미 및 역할

- **인허가문서로서의 사고관리계획서의 역할 설정**
 - “원전 사고부터 국민과 환경을 보호하기 위하여 어떤 종류의 사고에 대하여 어떤 수준의 안전목표를 가지고 어떻게 관리할 것인지”를 설명하는 문서로 설정
- **사고관리계획서와 연계되는 기존 인허가 신청서류의 내용**
 - 안전성분석보고서 : 사고 대처 설비의 설계 및 사고해석
 - 방사선환경영향평가서 : 사고의 방사선 영향
 - 비상운전절차서 작성방법 및 기술적 근거 설명서(EOG) : 사고관리계획서에 통합



2.2 법제화 추진 기본방향

● 입법취지를 감안한 법제화 추진 기본방향

1. 실질적으로 수행중인 중대사고 관련 규제의 법적 근거 마련
 - 중대사고정책에 근거하여 수행되던 규제
 - 후쿠시마 후속조치에 근거하여 수행되던 규제
 - 기타 : 스트레스 테스트, ...
2. 국제 수준의 중대사고 규제관리의 기준 도입
 - 미국, IAEA, 일본, 유럽 등의 규제요건과 비교·검토

현행 중대사고 관련 규제

법적 규정에 근거한 규제

- ATWS (DPS 구비), SBO (AAC 구비)

행정조치(정책 등)에 근거한 규제

- 중대사고 대처설비 설계, SAMG, PSA, ...
- TMI 후속조치, 후쿠시마 후속조치, ...

기타(관행, 국외 요건, 일회성 요구 등) 규제

- 스트레스 테스트(계속운전 연계), ...
- 격납건물 여과배기 설비, ...

+ α
(검토 후 필요시 반영)

극한재해 대비 요건

- 미국 FLEX, 유럽 스트레스 테스트, ...

중대사고 대비 요건

- 미국, 일본, IAEA, 핀란드, ...

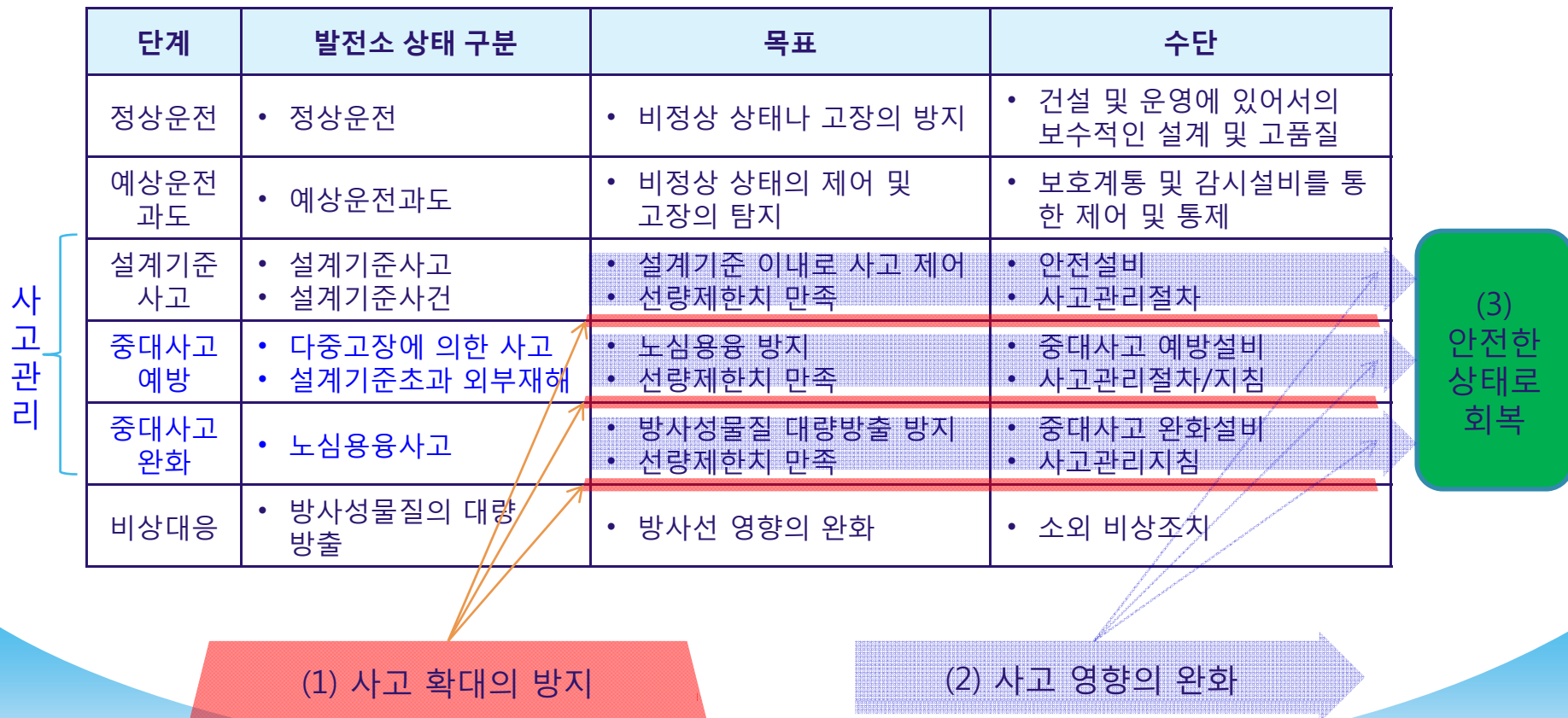
기타 요건

- 심층방어, 안전목표, 허용기준, ...

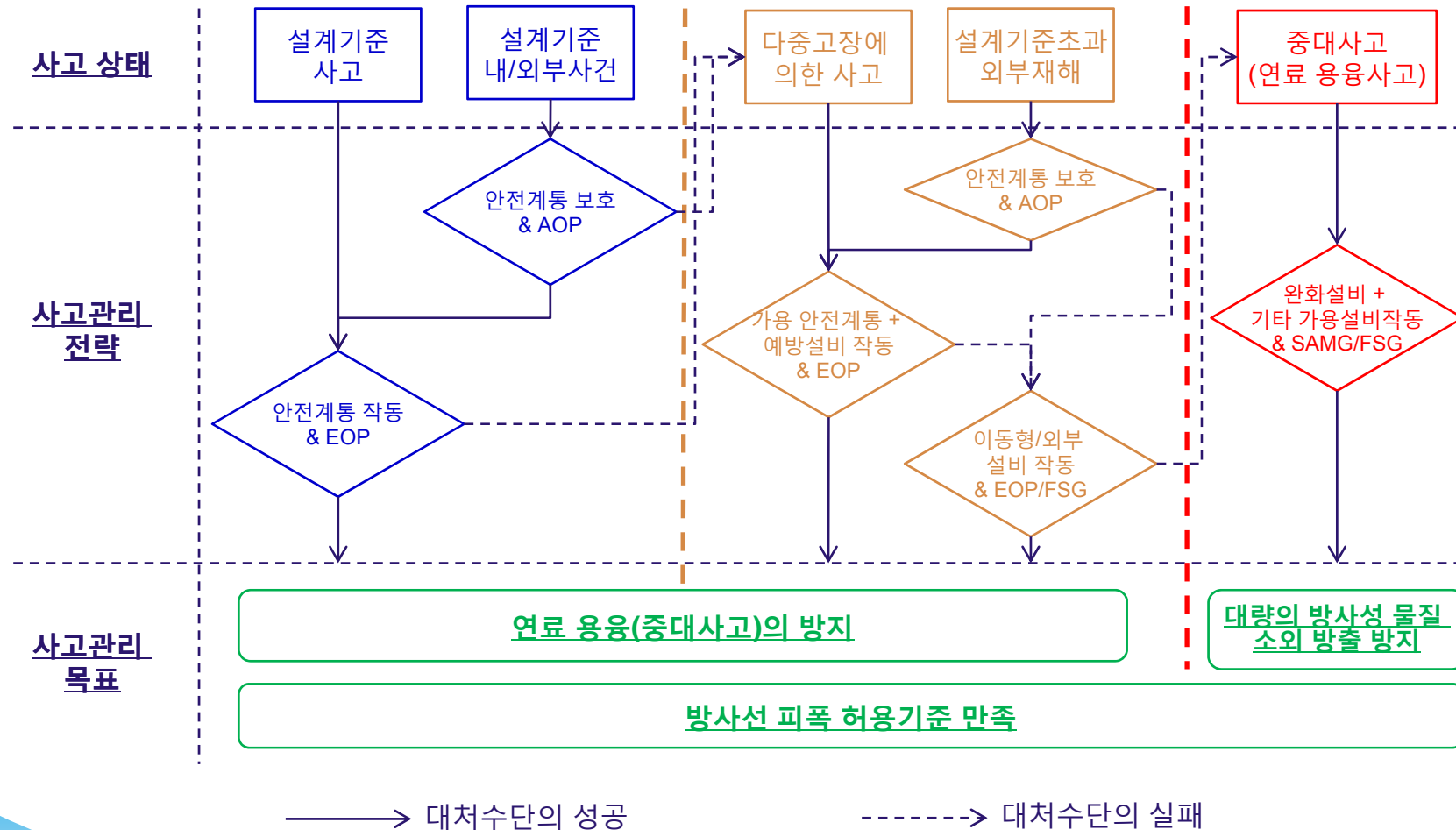
2.3 심층방어 관점의 사고 분류 및 관리

● IAEA INSAG-10의 심층방어 개념 적용

- 사고관리 관점에서 4단계(기존의 설계기준초과사고/중대사고)를 '중대사고 예방'과 '중대사고 완화'로 구분하고 대처능력 강화



2.4 사고관리 전체 흐름도



목 차

- ① 원자력안전법 개정 내용 및 입법취지
- ② 하위법령 법제화 기본방향 및 주요 검토사항
- ③ 하위법령 주요 내용
 - 3.1 하위법령 개정 총괄표
 - 3.2 사고관리계획서 작성내용
 - 3.3 사고관리능력의 평가

3.1 하위법령 개정 총괄표

구분	사고관리계획서 작성	사고의 범위/평가	사고관리절차/지침	기타
원자력안전법	<ul style="list-style-type: none"> 운영허가 신청서류로 사고관리계획서 제출 			
원자력안전법 시행령				<ul style="list-style-type: none"> 정기검사 대상 추가
원자력안전법 시행규칙	<ul style="list-style-type: none"> 사고관리계획서 작성계획서 제출 규정 사고관리계획서 작성내용(목차) 규정 			
원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙		<ul style="list-style-type: none"> 용어 정의 사고관리 기술기준 (제6절 신설): <u>사고관리 범위, 설비, 평가</u> 	<ul style="list-style-type: none"> 사고관리 기술기준 (제6절 신설): <u>사고관리 전략 및 이행체계</u> 	<ul style="list-style-type: none"> 운영절차서 및 시험·검사 규정 사고관리 기술기준 (제6절 신설): <u>사고관리 교육훈련</u>
고시	<ul style="list-style-type: none"> 사고관리계획서 작성에 관한 고시 	<ul style="list-style-type: none"> 사고관리 범위 및 평가에 관한 고시 	<ul style="list-style-type: none"> 방사선환경영향평가서 작성에 관한 고시(개정) 	<ul style="list-style-type: none"> 기타 원자로 안전 관련 시설 고시(개정) 사용전검사 고시(개정) 정기검사 고시(개정)

3.2 사고관리계획서 작성내용

구분	사고관리계획서 작성계획서 (표준설계인가, 건설허가)	사고관리계획서 (운영허가)
사고관리의 개요	사고관리의 범위 <ul style="list-style-type: none"> • 사고관리의 대상으로 선정된 구체적인 사고 목록(사고의 이름, 해당 사고로 인한 발전소의 상태, 선정근거 등을 포함) 	좌동
	사고관리 설비 <ul style="list-style-type: none"> • 사고관리를 위해 사용되는 주요 설비에 대한 설명(해당 계통의 구성 기기, 사고관리를 위해 수행하는 기능 등을 포함) 	좌동
사고관리 전략	해당 없음	사고관리 전략 <ul style="list-style-type: none"> • 사고관리 목표 달성을 위한 필수 안전기능의 선정 • 사고관리가 필요한 사고상태와 발전소 상태, 필수 안전기능의 영향 및 영향을 받는 필수 안전기능의 유지·복구 전략과 인적요소를 고려한 제반 조치사항(필요시 소내 이동형설비와 소외 자원의 확보 및 이용 전략을 포함) • 사고관리 전략의 기술적 근거와 절차서·지침서 작성방법 및 유지관리계획

3.2 사고관리계획서 작성내용 (계속)

구분	사고관리계획서 작성계획서 (표준설계인가, 건설허가)	사고관리계획서 (운영허가)
사고관리 이행체계	해당 없음	사고관리 이행체계 <ul style="list-style-type: none"> • 사고관리 전략의 수행능력을 보유한 인력의 확보 • 사고관리 전략의 수행을 위해 필요한 지휘 및 통제 체계(조직체계 및 임무, 조직 구성원의 책임 및 권한, 단위 조직간 및 조직내 의사 소통과 정보교환 수단 등을 포함) • 사고관리 전략의 이행을 위한 기능적 통합에 관한 사항 • 중대사고의 예방 및 완화를 위하여 사용되는 설비의 기능 보장을 위한 시험·감시·검사 및 보수계획(정상작동여부의 감시 및 기능이상 발생 시 발생하는 경우에 대한 조치사항을 포함)
사고관리능력 의 평가	사고관리능력의 평가 <ul style="list-style-type: none"> • 중대사고 예방 능력의 평가 • 중대사고 완화 능력의 평가 	사고관리능력의 평가 <ul style="list-style-type: none"> • 중대사고 예방 능력의 평가 • 중대사고 완화 능력의 평가 • 중대사고 예방 및 완화에 사용되는 설비의 기기생존성 평가
	<ul style="list-style-type: none"> • 사고 영향의 평가 • 확률론적 안전성평가(평가결과의 활용에 관한 사항 포함) 	<ul style="list-style-type: none"> • 사고 영향의 평가 • 확률론적 안전성평가(평가결과의 활용에 관한 사항 포함)

3.2 사고관리계획서 작성내용 (계속)

구분	사고관리계획서 작성계획서 (표준설계인가, 건설허가)	사고관리계획서 (운영허가)
EOG	비상운전절차서 작성계획 <ul style="list-style-type: none"> 비상운전지침서 기술배경서 구성 체계 및 작성 계획 비상운전지침서 기술배경서에서 절차서·지침서로의 전환 방법 및 계획 사고 특성을 고려한 비상운전절차서·지침서 작성의 확인 및 검증 방법 비상운전절차서·지침서 교육훈련 계획 	비상운전절차서 작성 시 적용할 기술적 근거 및 검증방법에 관한 설명서 <ul style="list-style-type: none"> 비상운전지침서 및 기술배경서 발전소 고유기술배경서 비상운전절차서 작성 지침 비상운전절차서 확인 절차서 비상운전절차서 검증 절차서 비상운전절차서 교육훈련 계획서 비상운전절차서 사용자 지침서를 포함한 이행계획
FSG	해당 없음	극한재해 완화지침서 작성에 관한 설명서 <ul style="list-style-type: none"> 대상 외부재해의 선정 및 영향 평가(동일 부지 내 다수기 영향 고려) 재해로부터 노심냉각기능, 격납기능 및 사용후핵연료저장조 냉각기능을 유지 또는 복구하기 위한 수단 및 완화 기능(필요 시 외부 자원의 활용방안을 포함) 완화전략에 사용하는 설비의 보호 및 운영 완화지침서 작성지침 및 비상운전절차서와의 연계방안 완화지침서 교육훈련 계획서

3.2 사고관리계획서 작성내용 (계속)

구분	사고관리계획서 작성계획서 (표준설계인가, 건설허가)	사고관리계획서 (운영허가)
SAMG	해당 없음	<p>중대사고 관리지침서 작성에 관한 설명서</p> <ul style="list-style-type: none"> • 발전소 고유 기술배경서 및 중대사고관리지침서 • 작성자 지침서 • 검증 프로그램 • 훈련 프로그램 • 유지관리 프로그램
교육훈련	해당 없음	<p>사고관리 교육계획</p> <ul style="list-style-type: none"> • 사고관리 조직의 구성원에 대하여 그 책임 및 권한에 상응하는 주기적인 교육계획을 기재 <p>사고관리 훈련계획</p> <ul style="list-style-type: none"> • 사고관리 전략의 수행가능성 및 사고관리 이행체계의 유효성을 확인할 수 있을 것 • 사고 단계별로 그 특성을 고려하여 사고 시나리오, 훈련 주기, 훈련 방법 등을 기술할 것

3.3 사고관리능력의 평가

원자로시설 등의
기술기준에 관한
규칙

제85조의22(사고관리능력의 평가)

- ① 사고관리계획은 사고관리에 관한 설비, 사고관리 전략 및 이행체계 등 사고관리 능력을 평가하여 다음 각 호를 달성하는 것을 목표로 수립되어야 한다.
 - 1. 사고가 발생하더라도 부지 인근 주민의 건강상 위해를 주거나 장기간의 소외 오염을 초래하는 대량의 방사성물질 방출을 방지할 것
 - 2. 발전용원자로 및 관계시설의 운영으로 인하여 부지 인근 주민의 건강과 환경에 미치는 위험도(risk)의 증가량이 극히 낮을 것
- ② 제1항 각 호의 목표가 달성되는지 여부에 대한 평가는 결정론적방법 및 확률론적 방법으로 수행되어야 하며, 그 평가에 관한세부사항은 원자력안전위원회가 정하여 고시한다.

제6조(중대사고 예방 능력의 평가)

- ① 다중고장 사고로 인한 원자로 또는 사용후핵연료저장조 내 핵연료의 현저한 손상 방지
- ② 설계기준초과 재해가 발생하더라도 원자로 및 사용후핵연료저장시설 내 핵연료 냉각기능, 원자로격납건물의 방호벽기능 등 필수안전기능이 복구·유지될 수 있을 것

제7조(중대사고 완화 능력의 평가)

노심의 현저한 손상 이후 발생하는 위협요인으로 인하여 방사성물질의 대량 방출을 방지하기 위한 원자로격납건물의 방호벽기능이 상실되는 것을 방지

제8조(사고영향의 평가)

설계기준사고, 다중고장에 의한 사고, 설계기준초과 재해, 중대사고 등에 대하여 결정론적 방법으로 평가된 부지 인근 주민의 방사선 피폭선량이 기술기준규칙 제5조제2항에 따른 수준으로 관리될 것

제9조(위험도(risk) 평가)

- ② 확률론적안전성평가에 적용하여야 할 목표치는 다음 각 호와 같다.
 - 1. 부지 인근 주민의 발전용원자로시설 사고로 인한 초기사망 위험도 및 암 사망 위험도 : 각각의 전체 위험도의 0.1% 이하 또는 그에 상응하는 성능목표치를 만족할 것
 - 2. Cs-137 방출량 100TBq 초과 사건 빈도의 합 : 1.0×10^{-6} /년 미만

사고관리 범위 및
사고관리능력 평가의
세부기준에 관한 고시

한국원자력학회 춘계학술발표회
원전 사고관리계획서 개발 워크숍
2016. 5. 11(수) / 제주 국제컨벤션센터

감사합니다.



한국원자력안전기술원
KOREA INSTITUTE OF NUCLEAR SAFETY