

발전소 고유 사고관리지침서 개발 및 검증

Development and Validation of Plant-specific Accident Management Guideline

유호중, 김형택

한국수력원자력(주) 원자력환경기술원
대전광역시 유성구 문지동 103-16

요 약

본 논문에서는 국내 원전을 대상으로 개발 중인 사고관리지침서의 개발 배경, 현황 및 지침서 개요에 대해 설명하였다. 특히 웨스팅하우스형 원전으로서는 처음으로 개발된 고리 1호기의 사고관리 지침서 개발 및 검증에 대하여 기술하였다. 고리 1호기 중대사고 완화 전략은 기존에 일반 사고관리 지침서를 근거로 개발된 KSNP 사고관리 전략과 일관성을 유지하되 고리 1호기 발전소의 특성을 반영하여 개발하였다. 고리 1호기 사고관리 지침서는 검증과정을 통하여 사고시나리오를 가정 모든 전략들의 논리성, 수행체제와의 합일성 등을 확인하였다. 본 논문에서는 비상운전 절차서에서 사고관리 지침서로의 전환 과정과 중대사고 완화 전략, 그리고 지침서 검증방법에 대해 기술하고자 한다.

Abstract

In this paper the background, status and general description of severe accident management guidelines (SAMG) are explained. Especially the SAMG development and validation process for Kori-1 nuclear power plant which is the first Westinghouse type are explained. Mitigation strategy of Kori-1 SAMG is consistent with that of KSNP. Plant-specific features of Kori-1 are reflected into the Kori-1 SAMG strategies. The Kori-1 SAMG is validated with simulated severe accident scenario by Kori-1 plant operators. Transition from Emergency Operating Procedure (EOP) to SAMG, major mitigation strategies and validation process are explained.

1. 사고관리 지침서 개발배경 및 현황

과학기술부의 원자력발전소 중대사고 정책(안)에 의거 확률론적 안전성평가, 위험

도감시 및 재평가, 사고관리계획(Accident Management Program; AMP)을 이행 중에 있다. 사고관리계획(AMP)의 5대 요소는 다음과 같다.

- ① 사고관리 전략의 분석
 - 주요사고 시나리오에 대처하기 위한 사고관리 전략 지침화
- ② 의사결정 체제 분석
 - 중대사고관리 임무 수행시 의사결정 권한 및 책임 구분
- ③ 계측기 및 필수 정보 분석
 - 중대사고 관리 지침서 수행에 필요한 계측기 및 정보의 사전 분석
 - 기존계측 설비에의 영향 최소화
- ④ 사고관리 지침서 개발
 - 중대사고 진단 및 대응을 위한 지침서 개발
- ⑤ 중대사고 훈련
 - 발전소 비상요원들에게 중대사고 진단 및 지침서 숙달 교육

본 논문에서는 AMP중 핵심이라 할 수 있는 사고관리 지침서의 주요 내용을 소개하고자 한다. 사고관리 지침서는 원전 운영중 설계기준을 초과하여 노심손상을 수반하거나 다량의 방사능을 환경으로 누출할 수 있는 중대사고 발생 가능성을 정량적으로 평가하고 사고방지대책을 수립, 이행함으로써 원전의 안전성을 제고하고 대국민신뢰도를 확보하는데 그 목적이 있다. 표-1은 지금까지의 사고관리지침서 개발 현황을 나타내고 있다.

표-1. 사고관리 지침서 개발 현황

대 상		기 한	현 황	개발배경
KSNP형	영광 5,6	2001. 6월말	완료	운영허가 조건
	영광 3,4, 울진 3,4,5,6	2002. 12월말	완료	중대사고 정책(안)
WH형	고리 1	2003. 12월말	완료	중대사고 정책(안)
	고리 2, 고리 3,4, 영광 1,2	2004. 12월말		중대사고 정책(안)

2. 사고관리 지침서 주요내용

2.1 중대사고 현상 및 완화 전략

중대사고관리란 노심이 손상된 이후에 발전소를 제어되고 안정된 상태로 만들기 위한 조치를 수행하는 것이다. 노심손상이 발생하는 중대사고 주요 현상으로는 Core Melt Progression, H₂의 방출, 혼합, 연소 및 초음속연소, Fuel-Coolant

Interaction, Direct Containment Heating (DCH), Molten Core- Concrete Interaction (MCCI), Containment Over-pressurization 이며, 사고경위별로 구분하면 In-Vessel과 Ex-Vessel 그리고 Low & High Pressure Sequence로 나눌 수 있다. 국내원전의 SAMG 주요전략은 RCS 감압을 통한 HPME방지와 노심용융물을 노내에서 생각하는 In-vessel Retention, 그리고 노외에서의 수소제어가 주요전략이라고 할 수 있다. 격납건물 파손 모드는 Early & Late Failure Mode로 나눌 수 있는데 여기에 대해서는 표-2에서 자세히 설명되어 있다.

노심의 손상을 일으키는 사고 시나리오를 보면 사고가 발생한 후 사고 완화에 사용될 기기들이 고장 나거나 인적 오류가 발생하여 적절한 조치를 취하지 못하므로 노심이 손상된다. 고리 1호기 PSA 결과 [1] 에 따르면 노심이 손상되는 사고 시나리오는 131 개에 이르며, 이들 노심 손상 사고 시나리오는 중대사고가 진행되어 격납건물이 파손될 때까지 수시로 변하게 된다. 이 같이 중대사고 시나리오가 셀 수 없이 많지만 노심 손상 이후에는 비슷한 사고 진행을 보이는 사고 시나리오들도 많다. 이들 사고 시나리오에 대하여는 중대사고 관리 조치가 같을 수 있다. 그러므로 중대사고관리를 위하여 적절한 조치들을 효과적으로 선택하고, 선택된 조치의 우선 순위를 정하기 위하여 발전소 상태에 대한 진단이 필요하다.

사고관리 지침서내의 전략수행제어도의 목적은 비상기술지원실로 하여금 적절한 중대사고관리 전략을 사용할 수 있게 해주는 데 있다. 노심 손상 사고 시나리오와 격납건물 건전성을 위협하는 사고 시나리오는 셀 수 없이 많지만 이들을 제어하기 위한 중대사고관리 전략은 일반 대중의 안전을 확보하기 위하여 다음과 같이 크게 세 가지 그룹으로 분류할 수 있다.

- ① 방출되고 있는 핵분열생성물 제어 전략
- ② 격납건물 핵분열생성물 경계의 손상을 방지하는 전략
- ③ 발전소를 제어되고 안정된 상태로 이끄는 전략.

고리 1호기 PSA 결과를 이용 주요 격납건물 파손 모드를 파악하였다. 격납건물 파손 모드는 확률에 관계없이 모든 파손 모드를 고려하였다. 고리 1호기에 대한 격납건물 파손 모드는 표-2에 나타난 바와 같다. 중대사고 관리 목적 중 하나가 핵분열생성물 경계가 손상되는 것을 방지하는 것이기 때문에 전략수행 제어도는 핵분열생성물 경계의 위협을 나타내는 변수들을 감시할 수 있도록 하고 이에 따라 핵분열생성물 경계의 손상을 막기 위한 조치를 취할 수 있도록 해야 한다. 이러한 변수들도 역시 표-2에 나타나 있다.

중대사고시의 사고관리 완화 전략은 굉장히 다양할 수 있다. Westinghouse Owner's Group (WOG)에서는 여러 가지 조치들을 분석하여 전략의 구성 요소별로 공통성 및 일반화를 시키는 과정으로 다음과 같은 전략을 배제시키는 방법으로 약 50개의 전략을 개발하였는데 배제된 전략은 전략의 보편성을 구현하기가 쉽지 않는

전략, 발전소를 안정상태로 도달하게 하는 조치에 일차적으로 영향을 주지 않는 전략, 부정적 영향이 상대적으로 큰 전략 등이다. 국내 원전 지침서는 WOG 전략중 국내원전에 적용할 수 없는 BWR, 이중격납건물 등의 전략을 제외시키고 또한 지침서의 전략을 간결하게 통합하여 완화 전략으로서 7개 전략을 구성하였고 국내 원전 사고관리 지침서는 수행 조치 및 전략이 동일하되, 발전소 고유 설계특성을 반영하여 개발하였다.

7가지 중대사고 완화 전략에 대한 주요 조치내용과 본 지침서를 사용하는데 계산 보조도구 7가지에 대한 계산지원도구는 표-3 및 표-4와 같다.

표-2. 격납건물 파손 모드

격납건물 파손 모드	파손 메커니즘	발전소 변수
조기 격납건물 파손	격납건물 격리 실패	격리밸브 위치 방사능 감시기
	격납건물 직접 가열	RCS 압력
	증기 폭발	RCS 압력
후기 격납건물 파손	격납건물 과압	격납건물 압력
	수소 연소	격납건물 압력 격납건물 수소 농도
	고온에 의한 격납건물 관통부 손상	격납건물 수위 격납건물 압력 격납건물 수소 농도
바닥 콘크리트 관통	노심-콘크리트 반응	격납건물 수위 격납건물 온도
격납건물 우회	격리 실패 ISLOCA	방사능 감시기 격납건물 수위
	격리 실패 SGTR	증기관 방사능 감시기 증기발생기 압력/RCS 압력
	증기발생기 튜브 크립 파손	증기관 방사능 감시기 증기발생기 수위 증기발생기 압력/RCS 압력

표-3. 사고관리 완화전략 주요 조치 내용

지침서 번호	제목	조치	목적	사용기기 또는 계통
완화-01	증기발생기 급수 주입	SG 급수 주입	<ul style="list-style-type: none"> ○ RCS 열제거원 확보 ○ RCS 감압후 냉각재 유입 ○ SG 건전성 유지 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고압급수계통 ○ 저압급수계통
		SG 감압	<ul style="list-style-type: none"> ○ SG로 방출된 방사능물질 세정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 증기방출밸브
완화-02	원자로냉각재 계통 감압	RCS 직접 감압	<ul style="list-style-type: none"> ○ 저압주입원 이용노심냉각 ○ DCH 방지 	<ul style="list-style-type: none"> ○ SDS ○ 가압기 보조살수
		SG 감압	<ul style="list-style-type: none"> ○ SG 튜브 크립 파손방지 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 증기방출밸브
완화-03	원자로냉각재 계통 냉각수 주입	RCS 냉각수 주입	<ul style="list-style-type: none"> ○ 노심내 축적된 열제거 ○ 노심 붕괴열 제거 ○ 원자로용기 파손 방지 또는 지연 ○ 핵분열생성물 세정 효과 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고압/저압 안전 주입 펌프 ○ 살수펌프 ○ 충전펌프
완화-04	격납건물 냉각수 주입	격납건물 냉각수 주입	<ul style="list-style-type: none"> ○ 원자로용기 외벽냉각을 이용한 RV파손 방지/지연 ○ MCCI 방지 또는 완화 ○ 격납건물 대기의 방사능 물질제거 ○ ECCS 재순환 수위 확보 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 살수펌프 ○ RWST 중력배수
완화-05	핵분열 생성물 방출 제어	격납건물 감압	<ul style="list-style-type: none"> ○ 격납건물로 부터의 방출 감소 ○ 보조건물로의 방출 감소 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 격납건물 살수 ○ 격납건물 팬냉각기
		증기덤프	<ul style="list-style-type: none"> ○ 증기발생기로 부터의 방출 감소 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 증기발생기 격리, 복수기 펌프
		보조건물 배기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 보조건물에서의 방출제어 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 보조건물 HEPA 배기계통
완화-06	격납건물 상태제어	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 연소 제어	<ul style="list-style-type: none"> ○ 격납건물 모든 격실에서 수소로 인한 위협 제거 ○ 격납건물내 증기 불활성 유지하여 수소연소 방지 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수소 점화기 ○ 수소 재결합기
		인위적 수소 연소		<ul style="list-style-type: none"> ○ 전기 스파크 발생 전동기기
		격납건물 불활성화		<ul style="list-style-type: none"> ○ CV 열제거원 정지 ○ RCS 밸브 개방

표-4. 계산 지원 도구 (Computational Aids)

계산지원도구		사용처	사용목적
계산표-01	장기붕괴열제거를 위한 냉각수 주입율	완화-01,02,03,05	붕괴열을 제거할 경우 소요되는 최소 주입유량을 결정하기 위한 수단을 제공
계산표-02	격납건물내 수소가연성	제어-01 완화-02,03,07	격납건물 대기내의 수소가 가연성 상태인지 결정
계산표-03	노심회복을 위한 RCS 냉각수 주입율	제어-01 완화-03	주입되는 유량이 노심을 냉각하고 수위를 회복하기에 충분한지 아니면 추가 주입유량이 필요한지 판단할 수 있는 방법을 제공
계산표-04	격납건물 냉각수 수위 및 체적	제어-01 완화-03,04,05,06	격납건물 침수에 의해 중요설비가 영향을 받을지 결정하기 위한 수단을 제공
계산표-05	RWST 중력배수	응급-01, 제어-01 완화-03,04	RWST를 고온관을 통해 중력배수 할 때, 격납건물 압력에 따른 주입유량을 예측하는 수단을 제공
계산표-06	격납건물 배기시 배기량	완화-06,07	배기유량정보가 충분치 못한 격납건물 배기유로를 선정하여 격납건물내 가스를 배기하였을 경우 방출되는 최대 체적유량율의 근사치를 제시
계산표-07	격납건물 감압시 수소영향	완화-04,05,06	격납건물 감압시 수소에 의해 중대 위험이 야기되거나 수소연소가 발생될 것인지 및 어느 순간에 감압을 중지하여야 할 것인지 결정하기 위한 수단을 제공

기존의 운전절차서(Operating Procedure, OP), 비상운전 절차서(EOP) 및 방사선비상계획서(Emergency Planning, EP)만으로는 원자로 용기 파손이나 수소폭발과 같은 중대사고 현상을 대처하는 데는 미흡하다. 기존 EOP는 노심손상 예방에만 초점이 맞추어져 있고 성공 지향적이므로 전략 실패에 따른 대처 방안이 마련되어 있지 않다. 기존의 EP에서도 중대사고 발생 후 일반주민의 방사선 피폭을 최소화하고 사고확대를 방지하기 위한 대처 방안이 미흡한 실정인어서, 중대사고를 조직적으로 관리하기 위한 사고관리 계획이 필요하다.

사고관리지침서의 완화 전략은 운전원이 긍정적 영향과 부정적 영향을 판단하여 조치를 취할 수도 있고, 조치를 취하지 않고 감시만 수행할 수도 있다. 중대사고 지침서 완화전략 수행시 주요 부정적인 영향은 다음과 같다.

- ① Spray나 Fan Cooler 이용하여 격납건물 감압시 수소연소 및 초음속 연소

- ② 1차측 / 2차측 차압(500 psid 이상)에 의한 Creep Rupture
- ③ PORV 개방시 격납건물 과압
- ④ Pressurized Thermal Shock

2.2 비상운전절차와 사고관리 지침과의 관계 및 TSC의 역할

사고관리 지침서는 노심 손상이 예상되지만 비상운전절차서가 노심 손상을 방지하는 데 효과적이지 못한 모든 경우에 적용된다. 주제어실의 비상운전요원들은 비상운전절차서에 따라 발전소를 안정한 상태로 회복시키는 데 일차적 책임이 있으며, 비상운전절차서를 사용하여 더 이상 사고가 진행되는 것을 막지 못하고 노심의 용융이 예상될 때에는 비상운전절차서에 따라 비상운전절차서 사용을 종료하고 사고관리지침서로 전환하게 된다. 비상운전절차서로부터 사고관리지침서로의 전환을 결정할 때 비상기술지원실(Technical Support Center, TSC)이 이미 발족되어 있는 경우에는 주제어실의 비상운전요원은 비상운전절차서로부터 사고관리지침서로의 전환하기 전에 TSC에 의견을 구하는 것이 좋다. 고리 1호기의 비상운전절차에서 사고관리절차로 진입 기준은 노심 출구온도 650°C이다.

노심이 손상된 사고가 발생한 경우에 발전소를 안정된 상태로 유지하기 위한 적절한 조치의 평가 및 그 조치의 결정에 대한 책임은 일차적으로 TSC에 있다. 노심 손상 이후 발생하는 중대사고 현상 및 발전소 상태가 사고 진행에 따라 아주 다양하게 변할 수 있기 때문에, TSC는 발전소를 안정한 상태로 유지하는 데 필요한 적절한 대응 조치를 평가하여야 한다. 어떤 특정한 상태에서 적절한 대응 조치가 또 다른 상태에서는 필요가 없게 되는 경우도 있을 수 있기 때문이다.

사고가 매우 빨리 진행되는 사고가 발생할 경우에는, 노심 손상이 발생하여 사고관리지침서로 전환을 하여야 할 시점에 TSC가 미처 발족되지 않을 경우도 있다. TSC가 발족하기 이전에 노심의 손상을 초래하는 사고 경위는 단지 몇 개에 불과하다. 대표적인 사고경위로는 대형 냉각재상실사고가 발생한 후 안전주입계통이 작동하지 않는 사고가 있다. 이때에는 사고 발생 후 1시간 이내에 노심이 손상을 입게 된다. 이런 사고와 같이 사고가 매우 빨리 진행되어 TSC가 발족하지 않았을 때 노심 손상이 발생하였을 때에는 주제어실 운전원들이 발전소를 안정된 상태로 유지하기 위하여 시급히 취해야 되는 조치들을 기술한 지침서가 필요하게 된다. 주제어실 운전원이 사용할 중대사고 주제어실 지침서는 주제어실 운전원들이 편리하게 사용할 수 있도록 그 형식을 비상운전절차서와 비슷하게 개발하는 것이 좋다. TSC가 발족하여 기능을 발휘하기 시작하면, 사고 관리에 대한 책임은 TSC로 옮겨지게 된다.

3. 사고관리 지침서 검증

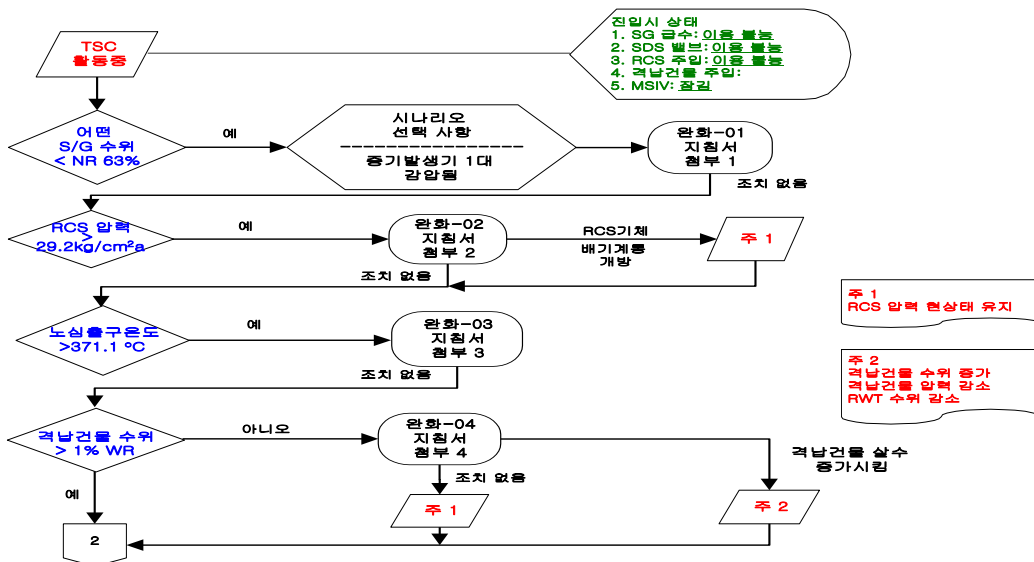
사고관리 지침서는 발전소 확인 및 검증 절차를 통해 지침서의 사고관리지침서가 작성지침에 따라 정확하게 작성 되었는 지와 지침서 기초자료의 기술적 내용을 적절히 반영하였는지를 확인 하였다. 검증 방법은 토의 검증(Table Top Drill) 형태로 진행되었다. 검증 팀은 사고관리지침서를 사용하는 데 있어서 주요 의사결정을 하

는 의사결정권자 1명, 발전소 상태를 파악하고 발전소 상태에 따라 사용할 사고관리 전략을 평가하고 그 결과를 의사결정권자에게 제공하는 평가자 1~3명, 의사결정권자가 결정한 사항을 수행할 수행자(운전조 포함) 2~3명, 검증과정을 통제하고 감독하는 통제관 1명으로 구성하였다.

고리 1호기 SAMG 경우 확인 및 검증(Verification & Validation) 절차를 통하여 사고관리지침서가 중대사고 상황 하에서 운전원의 능력 및 한계가 고려된 적절한 정보를 제공하는지와 발전소 설비의 동작특성, 운전조의 인적능력 및 행정체계와 일치하는지를 검증하였다. 검증은 지침서내의 각 전략별로 지침서 작성전반의 일반적 평가와 단계별 평가서를 작성하고 불일치 사항을 작성한다. 고리 1호기 경우 지침서의 의미전달을 명확히 하기위한 조치, 운전원 이해를 증진하는 조치관련 사항 등 총 21건의 불일치사항을 도출하여 고리 1호기 사고관리 지침서를 수정·보완하였다.

고리 1호기 SAMG 검증을 위해 사용된 시나리오는 중형 LOCA (0.01 ft²)로서 SAMG의 모든 전략을 활용하기 위해 일부 완화 설비의 사용 불능을 가정하였다. 사고전개 및 조치내용은 표-5에 요약된 내용이 기술되어 있다.

그림-1. 시나리오 템플릿 Sample



중대사고 진행상태의 변수를 확보하기 위해 MAAP4 코드를 이용하여 고리1호기 LOCA 및 기기 동작불능 및 회복 등이 고려된 중대사고 시나리오를 모의하여 표-5의 각 사고 단계별 발전소 변수를 생산하였다. 검증과정에 단계별 변수를 운전원에게 제공하여 지침서에 의한 적절한 조치를 수행토록 하였다.

사고관리 지침서 검증시 통제관은 시나리오 템플릿을 작성하여 준비한다. 이는 발전소의 사고관리 능력을 점검하기 위하여 실시하는 도상 훈련에 사용되는 사고 시나리오를 개발하는 데 기본이 되는 흐름도(Flow Chart)이며 발전소 PSA 결과 위험도가 큰 사고경위를 중심으로 개발한다. 주요 기능으로는 각종 전략 진입시 발전소 상태, 우선순위에 따라 적용할 완화지침서를 배열, 시나리오 조정, 사고 진행 시간 조정 등이 가능하다. 그림-1은 시나리오 템플릿의 Sample을 보여준다.

4. 결 론

과기부의 중대사고정책에 의거 국내 원전에 대한 사고관리지침서를 개발 중에 있다. 고리 1호기 중대사고 관리 완화 전략은 WOG SAMG를 근간으로 작성된 KSNP원전의 중대사고 관리 완화 전략과 일관성을 유지하되 고리 1호기 발전소 특성을 반영하여 개발하였다. 비상운전 절차서에서 사고관리 지침서로 전환과정에서의 중요한 역할을 담당하는 비상기술지원실(TSC) 역할을 기술하였고, 7가지 사고관리 완화 전략에 대해 간략히 설명하였다. 아울러 본 논문에서 사고관리 지침서가 중대사고 상황 하에서 운전원 및 비상기술지원실 요원의 능력 및 한계가 고려된 적정한 정보를 제공하는지와 발전소 설비의 동작특성, 지침서 사용자의 인적능력 및 행정체계와 일치하는지를 확인하는 검증 프로세스를 설명하였다.

5. 참고 문헌

- [1] 고리 1호기 확률론적안전성평가 최종보고서, 한국수력원자력(주), 2002. 11
- [2] 고리 1호기 중대사고관리지침서 및 기술배경서, 한국수력원자력(주), 2003. 12
- [3] WOG Severe Accident Management Guidance, Westinghouse Electric Corporation, June, 1994.

표-5. 사고전개 및 조치내용 요약

단계	사고 전개 내용	주제어실 조치 내용
1	<ul style="list-style-type: none"> 고리1호기 정상출력 운전중 냉각재 상실사고 발생 안전주입계통 주입 실패 RCS 냉각재 격납건물로 방출 <ul style="list-style-type: none"> 격납건물 방사능 준위, 온도 및 압력 상승 	
2	<ul style="list-style-type: none"> 원자로 트립 RCS 냉각재 격납건물로 방출 <ul style="list-style-type: none"> 격납건물 방사능 준위 상승 격납건물 온도 및 압력 상승 	<ul style="list-style-type: none"> 비상운전절차 수행
3	<ul style="list-style-type: none"> RCS 냉각재 격납건물로 방출 <ul style="list-style-type: none"> 격납건물 방사능 준위 상승 격납건물 온도 및 압력 상승 백색비상 발령 	<ul style="list-style-type: none"> 비상운전절차 수행 충전펌프 주입 수행 보조급수 펌프 기동 백색비상 발령
4	<ul style="list-style-type: none"> RCS 냉각재 격납건물로 방출 <ul style="list-style-type: none"> 격납건물 방사능 준위 상승 격납건물 온도 및 압력 상승 	<ul style="list-style-type: none"> 비상운전절차 수행 RCP 기동
5	<ul style="list-style-type: none"> RCS 냉각재 격납건물로 방출 <ul style="list-style-type: none"> 격납건물 방사능 준위 상승 격납건물 온도 및 압력 상승 청색비상 발령 	<ul style="list-style-type: none"> 비상운전절차 수행 청색비상 발령 냉각재 상실
6	<ul style="list-style-type: none"> RCS 냉각재 격납건물로 방출 <ul style="list-style-type: none"> 격납건물 방사능 준위 상승 격납건물 온도 및 압력 상승 적색비상 발령 	<ul style="list-style-type: none"> 비상운전절차 수행 적색비상 발령 냉각재 상실 후 안전주입의 장기실패
7	<ul style="list-style-type: none"> 노심출구온도 650°C (1200°F) 초과 비상운전절차서 종료 사고관리지침서로 전환 비상기술지원실 미발족 	<ul style="list-style-type: none"> 수소점화기 기동 수소재결합기 중지 격납건물 압력을 최소화로 소외방출 감소 <ul style="list-style-type: none"> 1 대의 살수 펌프 기동 전체 팬냉각기 기동
8	<ul style="list-style-type: none"> 격납건물 수소농도 상승 	<ul style="list-style-type: none"> 격납건물 비활성화 유지 <ul style="list-style-type: none"> 격납건물 살수펌프 중지 팬냉각기 속도 감소
9	<ul style="list-style-type: none"> 노심 온도 상승 격납건물 압력 증가 	<ul style="list-style-type: none"> 증기발생기 수위 상승 (L01 이상) RCS 주입 복구 조치
10	<ul style="list-style-type: none"> 비상기술지원실 전략수행제어도 감시 시작 격납건물 압력 증가 	<ul style="list-style-type: none"> 발전소 상태 감시
11	<ul style="list-style-type: none"> 완화-05 사용 시작 <ul style="list-style-type: none"> 핵분열생성물 방출제어 	<ul style="list-style-type: none"> 살수펌프 1대 재기동 팬냉각기 전체 재기동
12	<ul style="list-style-type: none"> 모든 증기발생기 수위 63% 이상 RCS 압력 29.2 kg/cm²-a (400 psig) 이상 완화-02 사용 시작 	<ul style="list-style-type: none"> 원자로기체배기밸브 개방
13	<ul style="list-style-type: none"> 완화-02 사용 종료 완화-03 사용 시작 	<ul style="list-style-type: none"> 충전유량 증가
14	<ul style="list-style-type: none"> 격납건물 수위 17% WR 이하 완화-03 사용 종료 완화-04 사용 시작 	<ul style="list-style-type: none"> 살수펌프 1대 추가 기동
15	<ul style="list-style-type: none"> 완화-04 사용 종료 완화-06 사용 시작 	<ul style="list-style-type: none"> 조치 없음.
16	<ul style="list-style-type: none"> 격납건물 수소농도 5% 이상 완화-06 사용 종료 완화-07 사용 시작 	<ul style="list-style-type: none"> 인위적 수소점화원 작동
17	<ul style="list-style-type: none"> 격납건물 격리 회복 완화-04 사용 종료 RWST 수위 12% 이하 RCS 압력 29.2 kg/cm²-a (400 psig) 이하 감시-01 사용 시작 	<ul style="list-style-type: none"> 격납건물 격리밸브 작동 살수펌프 중지
18	<ul style="list-style-type: none"> 감시-01 계속 사용 	<ul style="list-style-type: none"> 살수펌프 중지
19	<ul style="list-style-type: none"> 안전주입펌프 회복 감시-01 종료 완화-03 사용 	<ul style="list-style-type: none"> 저압 안전주입 펌프 작동 <ul style="list-style-type: none"> RWST 이용
20	<ul style="list-style-type: none"> 격납건물 침수 수위 17% WR 이하 완화-03 사용 종료 완화-04 사용 시작 	<ul style="list-style-type: none"> CSP 1대 재기동
21	<ul style="list-style-type: none"> RWST 수위 12% 이하 격납건물 침수 수위 17% WR 이상 완화-04 종료 감시-01 사용 	<ul style="list-style-type: none"> 안전주입펌프 운전 <ul style="list-style-type: none"> 제순환 유로로 변경
22	<ul style="list-style-type: none"> 발전소 상태 안정 지속 종료-01 수행 	<ul style="list-style-type: none"> 발전소 상태 감시 및 회복 조치