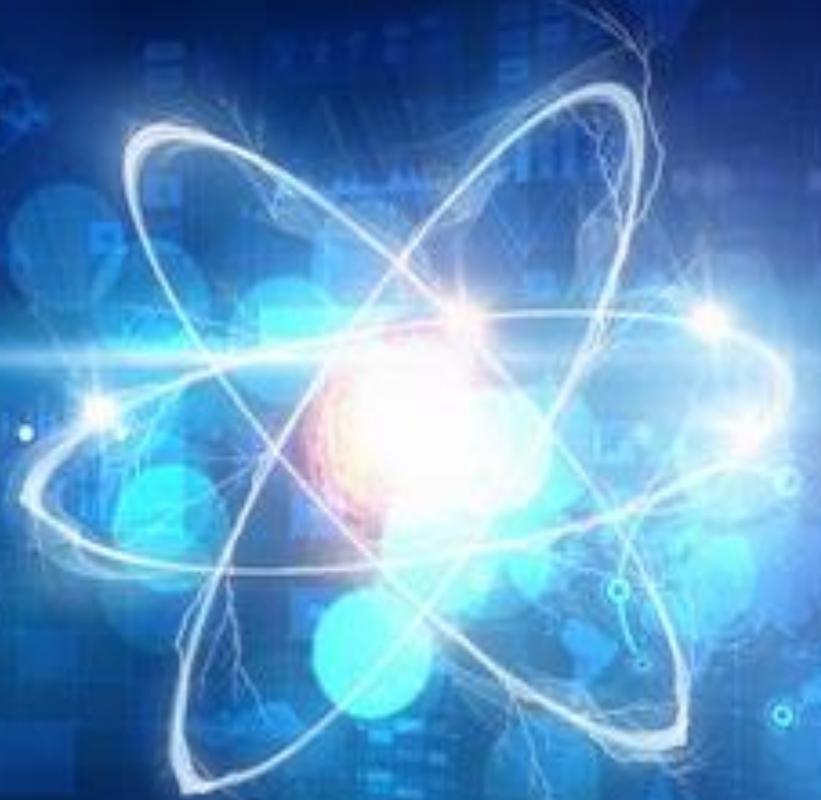


Best Engineering in Energy Solutions

리스크 정보를 활용한
가동원전 ROP 개선방안



원자력학회 2023 추계

2023. 10. 25.

현재 원자력발전소 검사제도

미국의 Reactor Oversight Program

일본의 원자로 검사제도

심층방어 강화 및 리스크 정보를 활용한 검사제도 개선 방안

▶ 가동원전 검사에 대한 법적 근거 (원자력안전법)

제22조(검사) ① 제20조제1항에 따라 허가를 받은 자(이하 "발전용원자로운영자"라 한다), 공급자 및 성능검증기관은 발전용원자로 및 관계시설의 운영, 특정핵물질의 계량관리에 관한 사항을 대통령령으로 정하는 바에 따라 위원회의 검사를 받아야 한다. <개정 2014. 5. 21.>

② 위원회는 제1항에 따른 검사결과 다음 각 호의 어느 하나에 해당하면 발전용원자로운영자, 공급자 및 성능검증기관에게 그 시정 또는 보완을 명할 수 있다.<개정 2014. 5. 21.>

1. 제21조에 따른 허가기준에 미달되거나 제26조제1항에 따른 조치가 부족할 때
2. 제20조제2항에 따른 허가신청서의 첨부서류에 기재된 내용과 일치하지 아니하거나 제29조에서 준용하는 제15조에 따른 계량관리규정에 위반될 때

운영에 관한 안전조치

▶ 가동원전 검사의 목적 (원자력안전법 시행령)

제35조(정기검사) ① 법 제22조제1항에 따라 발전용원자로운영자는 원자로시설의 운영 및 성능에 관하여 총리령으로 정하는 검사대상 및 검사방법에 따라 정기적으로 검사를 받아야 한다. <개정 2013. 3. 23., 2016. 6. 21.>

② 제1항에 따라 검사를 할 경우 원자로시설의 운영 및 성능이 다음 각 호의 기준에 맞는 경우에는 합격으로 한다.<개정 2015. 7. 20., 2016. 6. 21.>

1. 법 제21조제1항제1호부터 제3호까지 및 제6호에 따른 기술기준에 맞게 운영되고 있을 것
2. 원자로시설의 내압, 내방사선 및 그 밖의 성능이 제27조에 따른 검사에 합격한 상태로 유지되고 있을 것

위원회규칙

사용전검사

▶ 가동원전 검사에 대한 방법 및 대상 (원자력안전법 시행규칙)

제19조(정기검사) ① 영 제35조제1항(영 제47조에서 준용하는 경우를 포함한다. 이하 같다)에 따른 정기검사는 다음 각 호의 시설에 대하여 서류검토, 현장확인, 입회검사 또는 수검자와의 면담 등의 방법으로 실시하며, 시설별 검사 대상과 세부적인 검사방법은 위원회가 정하여 고시한다. 다만, 원자로시설 설계상의 특성으로 인하여 검사를 받을 필요가 없다고 위원회가 인정하는 시설에 대하여는 검사를 실시하지 아니할 수 있다. <개정 2015. 7. 21.>

1. 원자로 본체(핵연료를 포함한다)
2. 원자로 냉각 계통 시설
3. 계측 및 제어 계통 시설
4. 핵연료물질의 취급시설 및 저장시설
5. 방사성폐기물의 폐기시설
6. 방사선관리 시설
7. 원자로 격납 시설
8. 원자로 안전 계통 시설
9. 전력 계통 시설
10. 동력변환 계통 시설
11. 그 밖에 원자로의 안전에 관계되는 시설로서 위원회가 정하여 고시하는 시설

보조급수계통

점 검 내 용	검 사 방 법*	합 격 기 준
1. 펌프 운전가능성 및 성능 점검 - 펌프성능 - 연동시험 - 구동기 과속도 정지시험	- 서류검토 - 면담 - 입회	- KEPIC MOB - 절차서 기준값 이내 - 과속도 정지 시험값: 절차서 기준값 이내
2. 계통 유로 건전성 점검 - 안전관련 밸브의 성능 - 밸브의 작동가능성 및 위치 - 보조급수저장탱크 수위	- 서류검토 - 면담 - 입회	- KEPIC MOC - 절차서 기준값 이내 - 운기침 제한값 이내

결정론적 방법

▶ 가동원전 검사의 시기 (원자력안전법 시행규칙)

③ 영 제35조제1항에 따른 정기검사는 정기정비 기간 또는 핵연료의 교체를 위하여 원자로를 정지한 날부터 전 출력(全出力)운전을 재개하는 날까지의 기간 동안 실시한다.

현재의 원전 검사제도

➤ 결정론적 방법에 기반한 검사

정기검사지침서 (KINS/GI-N01, Rev.6)

시설 (12+4)

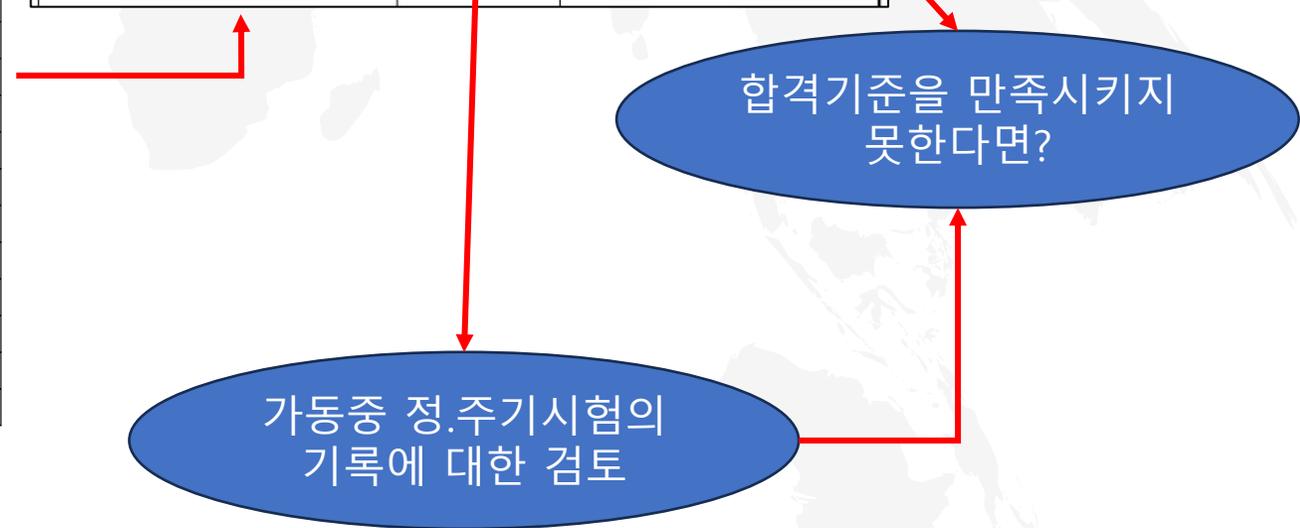
항목 (100+12)

분야 (355)

시 설	검사항목 수	분야 수
1. 원자로본체	6	20
2. 원자로냉각계통 시설	6	20
3. 계측 및 제어계통 시설	11	22
4. 핵연료물질 취급 및 저장시설	2	6
5. 방사성폐기물의 폐기시설	5	26
6. 방사선관리 시설	7	16
7. 원자로격납시설	6	19
8. 원자로 안전계통 시설	5	14
9. 전력계통 시설	17	54
10. 동력변환계통시설	10	36
11. 기타 원자로의 안전에 관계되는 시설	20	73
12. 운영기술능력분야	5	16
13. 중대사고 예방설비	5	13
14. 중대사고 완화설비	3	8
15. 사고관리 전략 및 이행체계	3	9
16. 사고관리계획의 교육 및 훈련	1	3
합계	112	355

현재 원자력발전소 검사제도

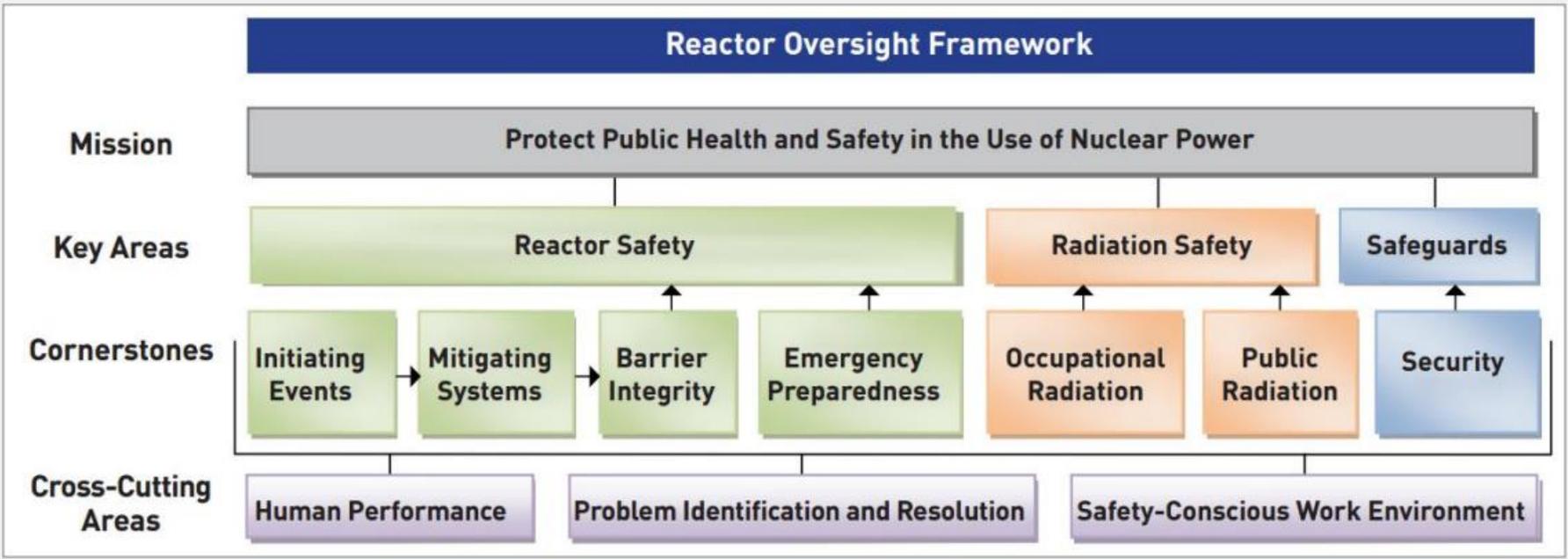
점 검 내 용	검 사 방 법*	합 격 기 준
1. 펌프 운전가능성 및 성능 점검 - 펌프성능 - 연동시험 - 구동기 과속도 정지시험	- 서류검토 - 면담 - 입회	- KEPIC MOB - 절차서 기준값 이내 - 과속도 정지 시험값: - 절차서 기준값 이내
2. 계통 유로 건전성 점검 - 안전관련 밸브의 성능 - 밸브의 작동가능성 및 위치 - 보조급수저장탱크 수위	- 서류검토 - 면담 - 입회	- KEPIC MOC - 절차서 기준값 이내 - 운기침 제한값 이내



➤ 현행 정기검사제도에 대한 분석

- ① 결정론적인 방법에 의존
 - 상대적 중요도가 고려되지 않음
 - 모든 계통.기기.설비에 대해 합격여부 판정
- ② 원자력발전소 전체 기기.계통.설비의 성능 확인 중심 (안전관련 설비가 아닌 전체 대상)
- ③ 심층방어 관점의 고려가 미흡
- ④ 리스크정보 활용이 매우 미흡
 - 검사대상 각각에 대한 리스크평가 없음
- ⑤ 검사항목선정에 안전성 및 성능에 미치는 영향을 고려하도록 되어 있으나 항상 100% 선정
- ⑥ 계획예방 정비기간에만 가능
- ⑦ 1980년대 일본의 정기검사 방식에 기반
 - 기존의 검사방법 및 제도를 폐기하고 2020년부터는 NRC ROP형태의 RIR 시행
- ⑧ 안전성을 확인하는 검사시스템이 통합운영되고 있지 않음 (Fragmented)
 - 정기검사, 품질보증검사, 사건조사, 일상검사,...

- NRC는 1990년대 후반부터 **리스크 개념을 도입**, ROP 체계 전반을 이에 기초하여 운영



- NRC의 가동원전 규제검사는 규제체계를 구성하고 있는 **Cornerstone에 심층방어 개념을 반영**하여 수행

Cornerstone \ 심층방어	Initiating events	Mitigating systems	Barrier integrity	Emergency preparedness	Occupational radiation safety	Public radiation safety	Security
1	○		○		○	○	
2	○						
3		○					
4			○				
5				○			

● Inspection program과 Baseline Inspection

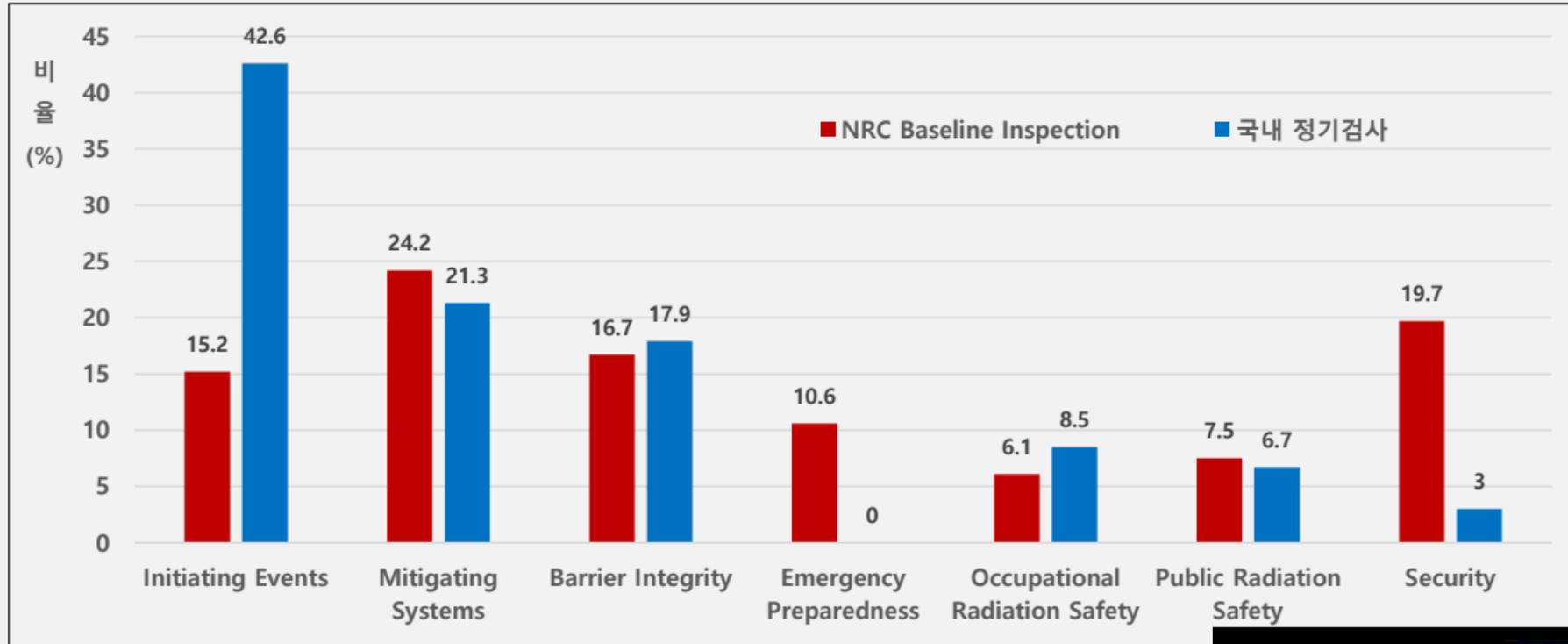


● NRC Inspection program의 Cornerstone 별 Inspectable area

순번	Inspectable Area	Initiating Events	Mitigating Systems	Barrier Integrity	Emergency Preparedness	Occupational Radiation Safety	Public Radiation Safety	Security
1	Access control to radiologically significant areas (방사성구역 출입관리)					○		
2	Access authorization program (출입 승인 프로그램)							○
3	Access control (출입 관리)							○
4	Adverse weather protection (악천후 대응)	○	○					
5	ALARA planning and controls (ALARA 계획 및 관리)							
6	Alert and notification system testing (경보시스템 시험)				○			
7	Component Design Bases Inspection (기기 설계기준 검사)		○					
8	Contingency response (비상사태 대응)							○
	⋮							
40	Security training (보안훈련)							○
41	Surveillance testing (운영기술지침서 점검요구사항에 따른 점검)		○	○				

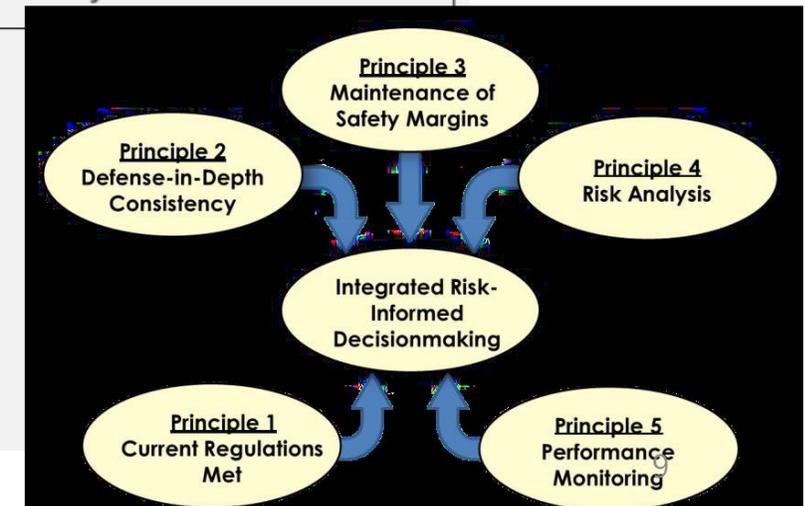
● NRC의 ROP Cornerstone 기준

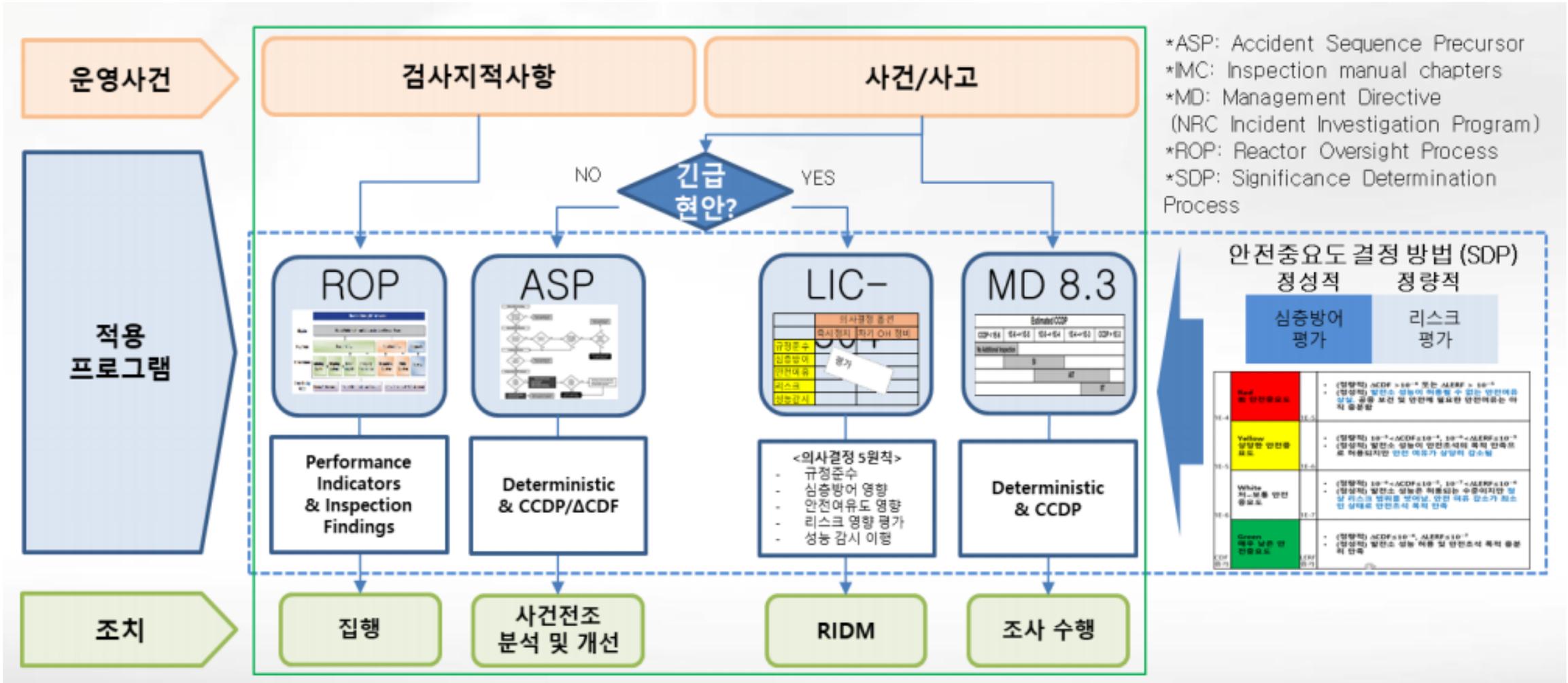
NRC Baseline Inspection / 국내 정기검사 비교



● 검사 주기

주기	NRC Baseline Inspection, %	국내정기검사, %
Quarterly	6.3	
Annual	38.3	
Refueling Outage	2.1	100
Biennial	36.2	
Triennial	25.5	
As Needed	2.1	





*ASP: Accident Sequence Precursor
 *IMC: Inspection manual chapters
 *MD: Management Directive (NRC Incident Investigation Program)
 *ROP: Reactor Oversight Process
 *SDP: Significance Determination Process

2016년 당시 제도가 안고있던 문제

- 사업자의 한뜻(一義的)으로의 책임 불철저
- 복잡/세분화한 검사체계
 - 검사 종류의 세분화
 - 검사 종류에 따른 불일치
 - 품질보증 검사의 중복 및 세분화
- 하드웨어측면의 검사편중
- 유연성이 낮은 검사 체계
- 유효하고 효율적 검사방법 도입 필요성
- 검사 결과의 행정 조치

IRRS를 통한 IAEA 권고 (검사제도)

- 성능기반의 보다 규범적이지 않은 리스크 정보활용 원자력 안전 및 방사선 안전규제 실시
- 검사관이 언제든지 모든 시설과 활동에 접근할 수 있는 공식적인 권한 보유
- 가능한 가장 낮은 수준에서 대응형 검사로 규제기관이 의사결정을 할 수 있도록 검사 제도를 개선, 간소화해야함 권고사항 9

- 부적합에 대한 제재 또는 처벌에 대한 정도를 결정하기 위한 문서화된 집행정책 및 처리 기준과 프로세스 수립
- 안전상 중대한 사건의 위험이 임박한 경우 시정조치를 결정하는 시간을 최소화할 수 있는 명령을 처리하기 위한 규정을 수립 권고사항 10

미국ROP 참조 신 검사제도 도입

	제도 개정전	제도 개정후
1. 사업자 스스로의 개선 활동을 촉진	사업자의 개선을 촉진하지 않는 체계 <ul style="list-style-type: none"> ● 사업자가 안전을 확보한다는 일의적 책임을 지고 있음을 분명히 함 ● 규제기관의 문신주의에 빠지는 우려 	사업자의 책임을 명확히함으로써 자신의 개선을 촉진하는 체계 <ul style="list-style-type: none"> ● 사업자 스스로 검사 의무 등을 부과하고, 규제 기관의 역할은 사업자의 대처를 확인함
2. 모든 안전 활동이 감시 대상임을 명확화	사업자의 모든 안전 활동에 감시되지 않음 <ul style="list-style-type: none"> ● 중복된 복수의 혼잡한 형태의 검사 ● 법령에 있어서, 검사 대상이나 검사 시기가 세세하게 정해져 있음 	규제 기관의 체크의 눈이 닿는 구조 <ul style="list-style-type: none"> ● 규제기관의 모든 검사를 하나의 구조로 단일화 ● 검사 대상은 사업자의 모든 안전 활동
3. 리스크 관점 통합 검사	안전상 중요한 것에 초점을 맞추기 어려운 체계 <ul style="list-style-type: none"> ● 미리 결정된 항목의 적합여부를 체크하는, 이른바 체크리스트 방식 	안전상 중요한 것에 주력할 수 있는 체계 <ul style="list-style-type: none"> ● 안전상의 중요도로부터 검사의 중점을 설정 ● 리스크 정보의 활용이나 안전 실적 지표(PI)의 반영 등을 도입한 체계 ● 안전 확보의 관점에서 평가를 실시해, 다음의 검사 등에 피드백
4. 현장실태 확인하는 운영	사업자의 관점에 영향을 받을 가능성 <ul style="list-style-type: none"> ● 사업자의 검사 대응 부문을 통한 도면, 기록의 확인, 현장 순시가 중심 	<ul style="list-style-type: none"> ● 검사관이 필요하다고 생각할 때 현장의 실태를 직접 확인하는 운용 ● 규제기관이 필요로 하는 정보 등에 자유롭게 접근할 수 있는 구조를 효과적으로 운용

Objectives : 원자력시설의 잠재적 위험(방사선)으로부터 공공의 건강, 안전과 환경 보호

NRC

- ❖ **Fundamental Safety Functions** : 원전의 어떠한 상황에서도(LBEs) 기본안전기능 확보, 안전한 상태 유지
 - ① Controlling Reactivity
 - ② Removing Heat from the Reactor and Waste Stores
 - ③ Limiting the Release of Radioactive Materials
- ❖ **Risk Reduction (Prevention and Mitigation)** : 심각한 사고의 발생가능성(CDF), 사고영향(LRF) 최소화
 - ① $< 10^{-4}/y$ for CDF and $< 10^{-6}/y$ for LRF, < 0.1 for Probability of Containment Failure
 - ② Practically Eliminate Large and Early Release (LER) Event

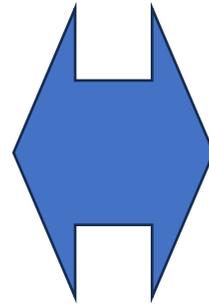
IAEA

- ❖ **Safety Principles (Safety Fundamentals SF-1)**
 - (Principle 1) The **prime responsibility for safety** must rest with the person or **organization responsible for facilities** and activities that give rise to radiation risks.
 - (Principle 3, 3.15) **Safety** has to be assessed for all facilities and activities, consistent with a **graded approach**.
- ❖ **Regulatory Inspection (GS-G-1.3)**
 - (2.2) The **principal objectives** of regulatory inspection and enforcement are to provide a high level of **assurance** that **all activities** performed by the operator at all stages of the authorization process and all stages during the lifetime of a nuclear facility have been **executed safely** and meet the safety objectives and licence conditions.

검사제도의 개선방안

1안

- ① 허가기준의 만족여부 확인
- ② 심층방어의 효과성 확인
- ③ 안전중요도에 따른 차등접근
- ④ 실제적 사고대응능력 확인
- ⑤ 규제자원의 효율화



- ① 현행 방법론 최대한 활용
- ② 심층방어 관점의 보강
- ③ PSA 결과 활용 (SDP 적용 등)
- ④ 사고 시나리오 대응능력 확인
- ⑤ 검사항목 선정, 검사역할 배분 등

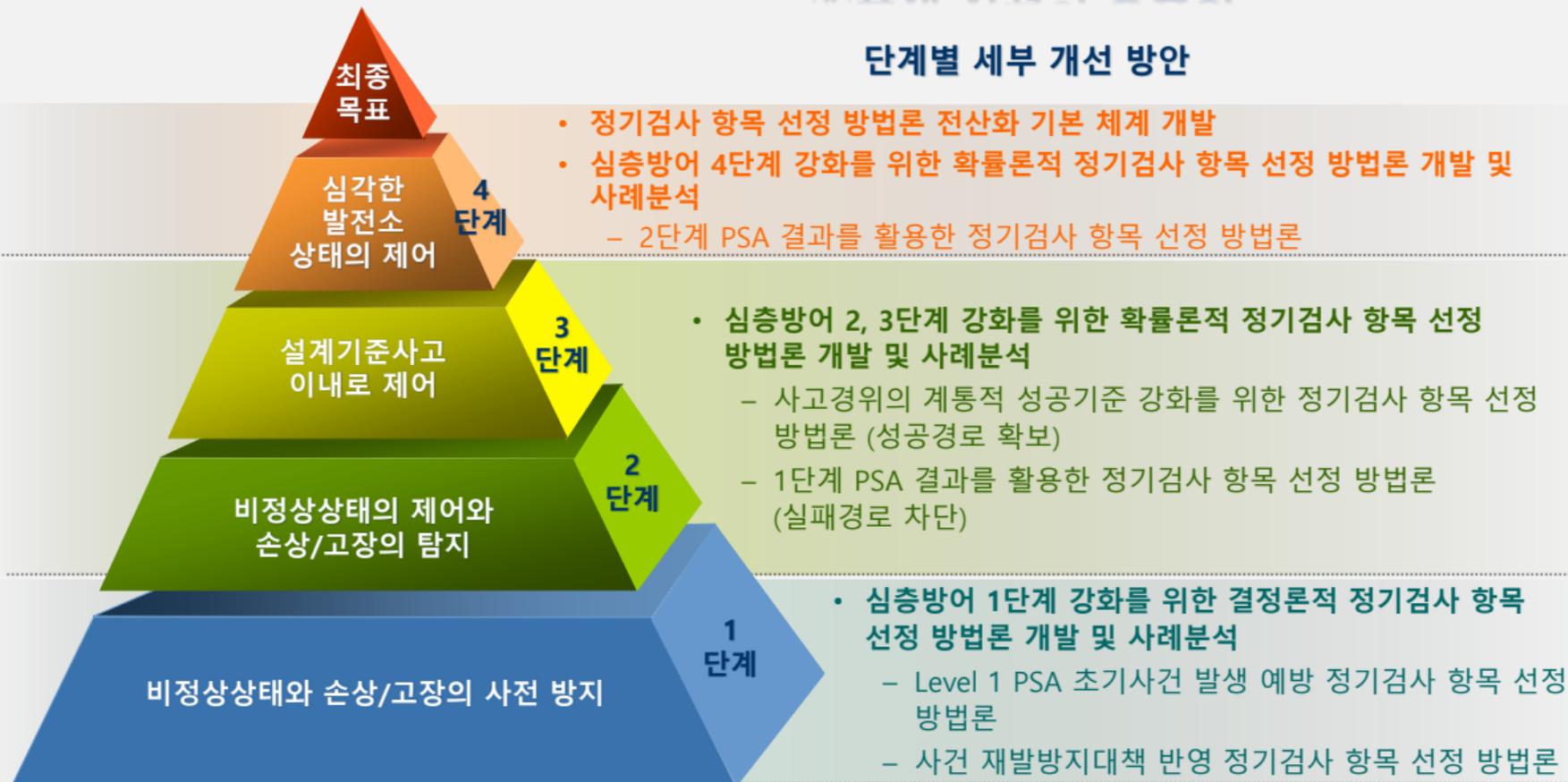
2안

NRC의 ROP를 우리 실정에 맞게 조정하여 그대로 따른다

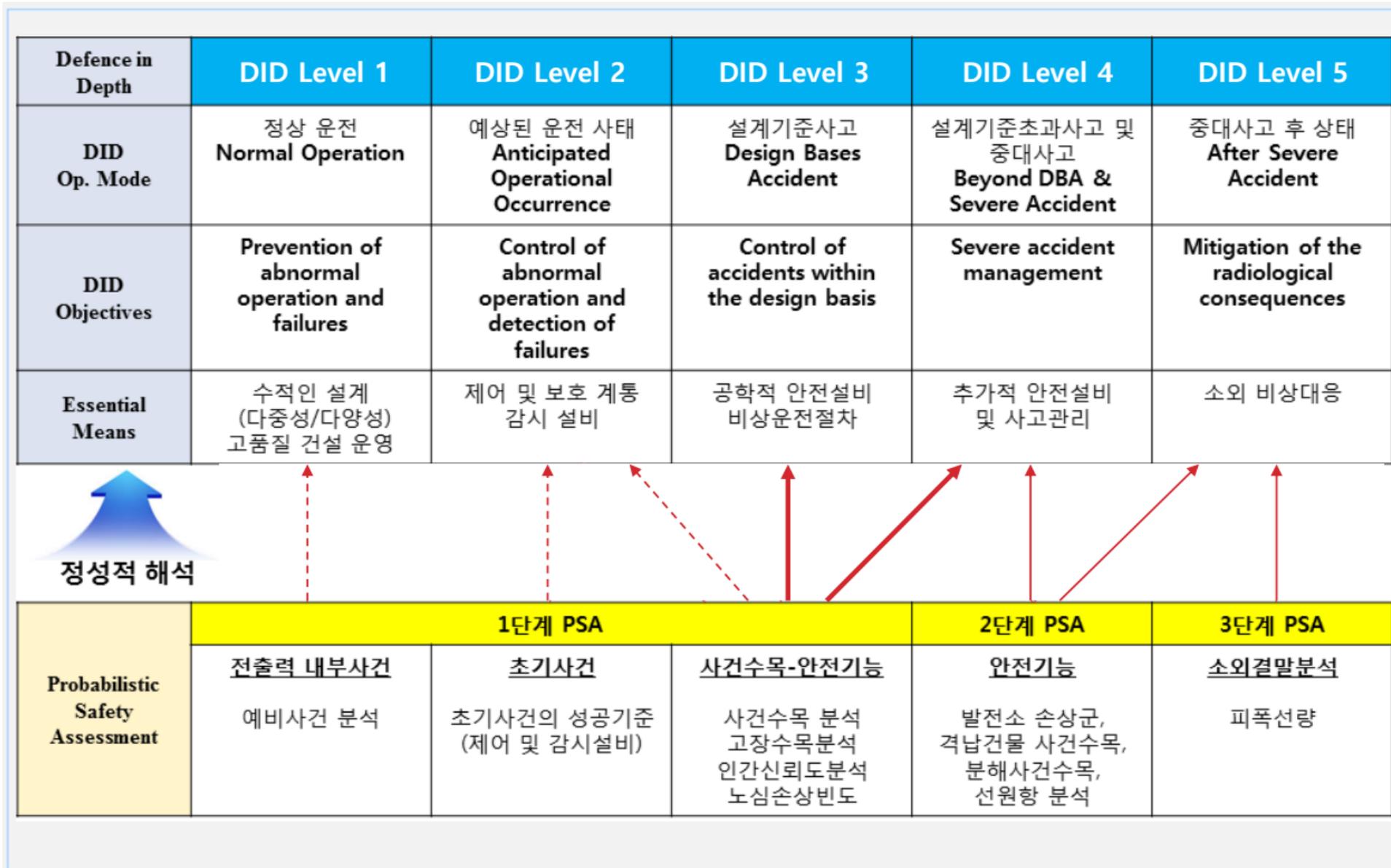
정기검사를 통한

- ① 실제적 사고 대응 능력 강화
- ② 리스크 기반의 심층방어 강화
- ③ 안전 중요도에 따른 차등 검사
- ④ 규제 자원의 효율화

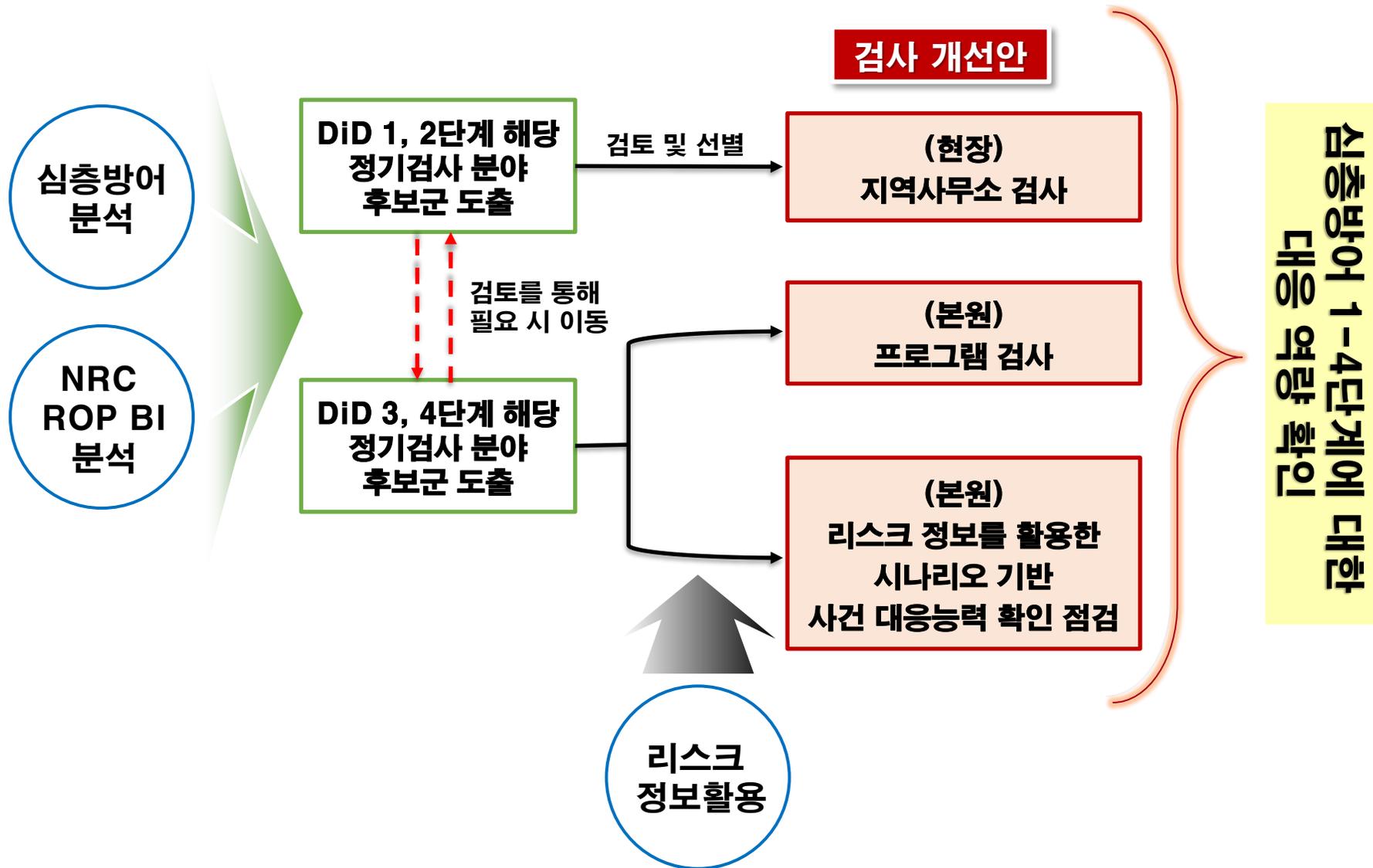
단계별 세부 개선 방안



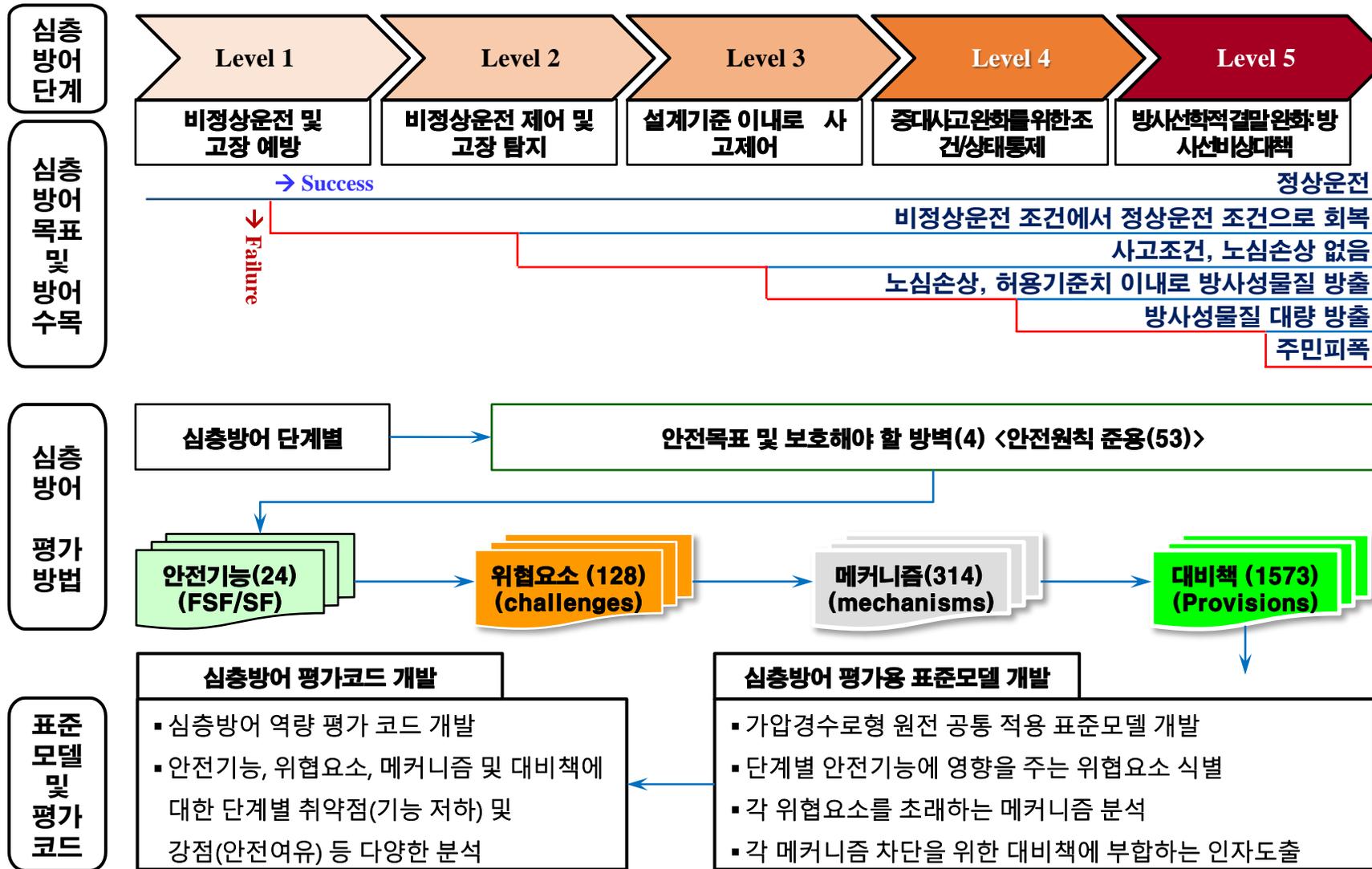
Defense in Depth in Nuclear Safety

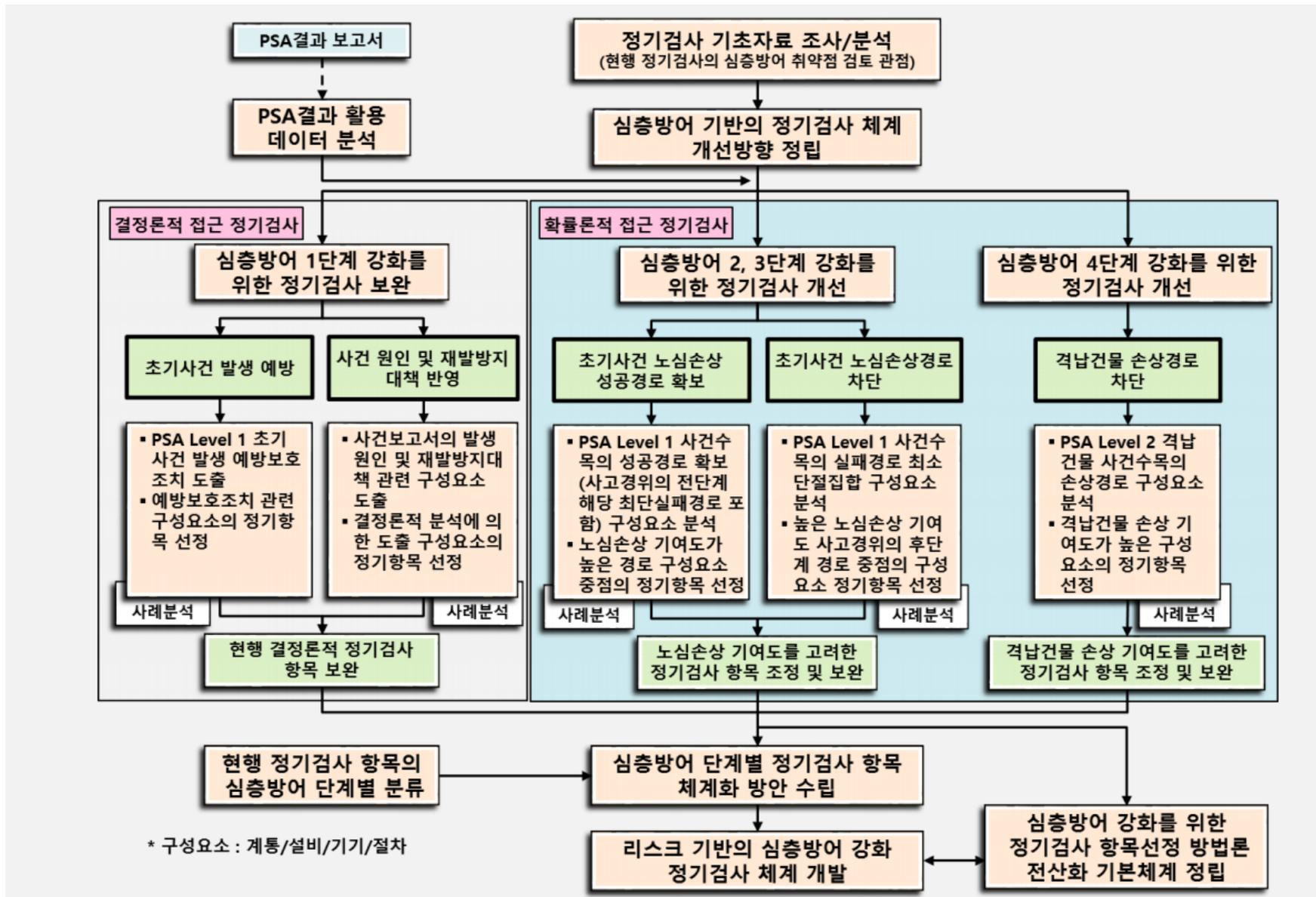


검사제도 개선방안



검사제도 개선방안

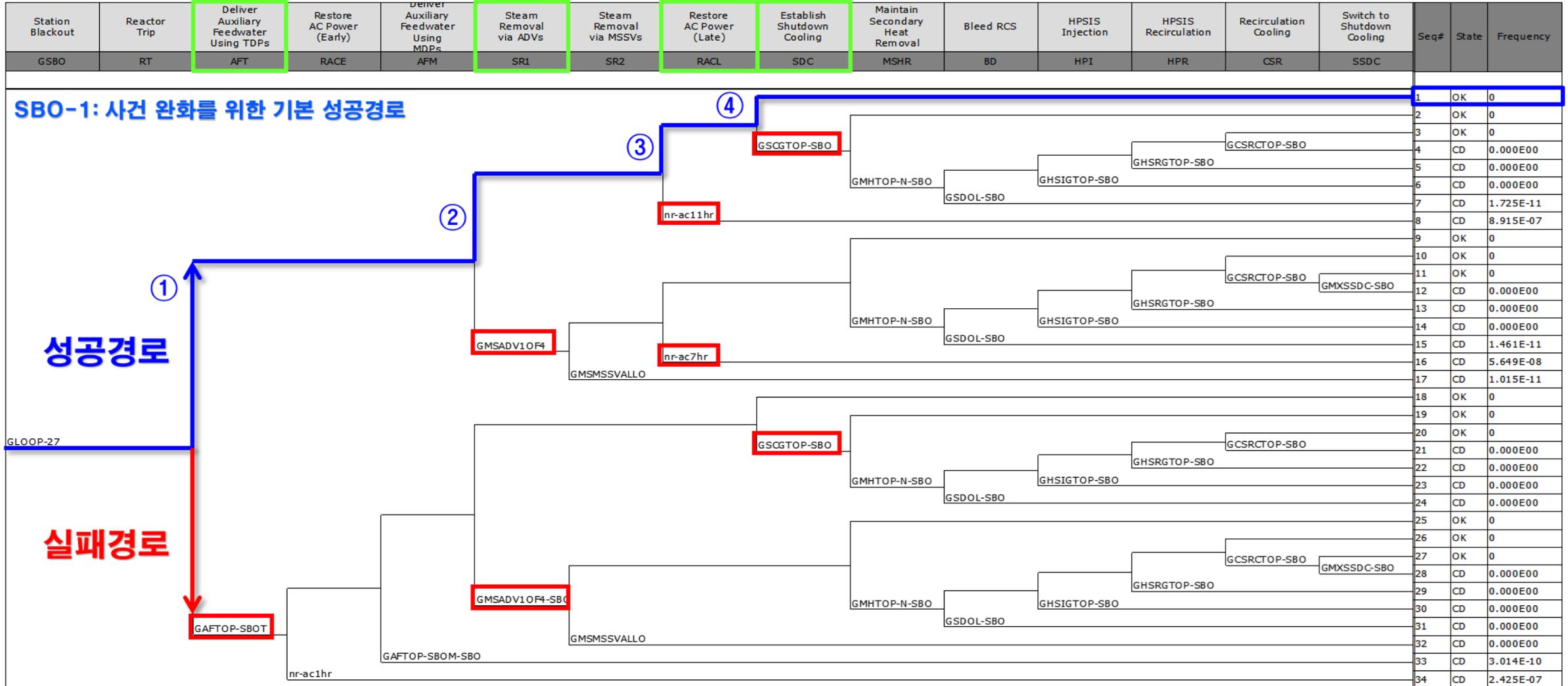




검사제도 개선방안

발전소정전사고

사건빈도(13)-CDF 순위(2) - 기본 성공경로: ①AFT, ②SR1, ③RACL, ④SDC



>> 사고완화를 위한 안전기능의 성공경로 확보(SBO-1/①AFT)

Deliver
Auxiliary
Feedwater
Using TDPs

AFT

성공기준: [터빈구동 보조급수펌프를 이용한 보조급수 공급 기능 확인]

- 증기발생기(SG) 2대 중 1대 이상에 급수:
 - 각 SG에 연결된 터빈구동 보조급수펌프 1대를 이용하여 복수저장탱크의 물을 증기발생기로 공급

연계성

연계계통	연 계
보조하는 계통	N/A
보조받는 계통	<ul style="list-style-type: none"> 1E 급 전기 배전계통 <ul style="list-style-type: none"> 125V 직류 모선 공학적 안전설비 작동계통 <ul style="list-style-type: none"> 보조급수계통 작동 신호 주증기 계통 원수 저장계통과 순수 저장 계통
공유계통	<ul style="list-style-type: none"> 주급수 계통 <ul style="list-style-type: none"> 하향 인입 급수관

종속성

기기	기기 보조계통
터빈 구동 보조급수 펌프	01B 125V DC 12-MC01B 보조 급수 작동 신호-1, B
	02A 125V DC 12-MC01A 보조 급수 작동 신호-2, A
보조급수 변조밸브	V036 125V DC 12-MC01B 보조 급수 작동 신호-1, A
	V037 125V DC 12-MC01A 보조 급수 작동 신호-2, A
보조급수계통 격리 밸브	V044 125V DC 12-MC01C 보조 급수 작동 신호-1, B, 채널 C
	V045 125V DC 12-MC01D 보조 급수 작동 신호-2, B, 채널 D

규제자원 준비

>> 완화기능의 성공경로 확보(SBO-1/②SR1)

Steam
Removal via
ADVs

SR1

성공기준: [대기덤프밸브(ADV)를 통한 증기 제거 기능 확인]

운전원이 급수가 되는 SG에 연결된 대기덤프밸브(ADV) 2개 중 1개 이상 개방

연계성

연계계통	연 계
보조하는 계통	증기발생기 1, 2
보조받는 계통	<ul style="list-style-type: none"> • 1E급 전기 배전계통 <ul style="list-style-type: none"> - 480V 교류 모터제어센터 - 125V 직류모선 • 비1E급 전기 배전계통 <ul style="list-style-type: none"> - 125V 직류모선
공유계통	<ul style="list-style-type: none"> • 보조급수 계통 <ul style="list-style-type: none"> - 보조급수 터빈구동 펌프와 증기발생기 방출관

규제자원 준비

종속성

기기		기기 보조계통
대기덤프밸브	V-171	480V MCC 11-MC04A 125V DC 12-MC01C
	V-172	480V MCC 11-MC04B 125V DC 12-MC01D
	V-173	480V MCC 11-MC04A 125V DC 12-MC01C
	V-174	480V MCC 11-MC04B 125V DC 12-MC01D
대기덤프 차단밸브	V-105	480V MCC 11-MC04B
	V-106	480V MCC 11-MC04A
	V-107	480V MCC 11-MC04B
	V-108	480V MCC 11-MC04A

>> 완화기능의 성공경로 확보(SBO-1/③RACL)

Restore AC Power (Late)

RACL

성공기준: [후기 소외전원 회복]

ADV 이용 시: 사고 발생 11시간 이내에 소외전원 복구로 4.16KV 스위치기어 중 1개 이상 전력공급
MSSV 이용 시: 사고 발생 7시간 이내에 소외전원 복구로 4.16KV 스위치기어 중 1개 이상 전력공급

연계성

연계계통	연 계
보조하는 계통	모든 전위계통과 보조계통
보조받는 계통	<ul style="list-style-type: none"> • 공기조화계통 <ul style="list-style-type: none"> - 비상 디젤발전기실 공기조화계통 • 기기냉각수계통 <ul style="list-style-type: none"> - 비상 디젤발전기 • 공학적 안전설비 작동계통 <ul style="list-style-type: none"> - 비상 디젤발전기
공유계통	N/A

종속성

기 기		기 기 보조계통
1E급 4.16kV 모선	4.16kV 5-SW01A	DG 01A AAC DG 01E Unit Aux. XFMR 2-TR01M Standby Aux. XFMR 2-TR02M
	4.16kV 5-SW01B	DG 01B AAC DG 01E Unit Aux. XFMR 2-TR01N Standby Aux. XFMR 2-TR02N

규제자원 준비

>> 완화기능의 성공경로 확보(SBO-1/④SDC)

규제자원 준비

Establish Shutdown Cooling

SDC

성공기준: [정지냉각운전]

2개의 정지냉각 트레인 중 1개 트레인이 운전 가능해야 함

- ▶ 해당 트레인의 저압안전주입펌프 및 열교환기가 정상 작동하여 이를 통한 정지냉각 유로 확보
- ▶ 정지냉각계통 열교환기로 기기냉각수 공급

연계성

연계계통	연 계
보조하는 계통	N/A
보조받는 계통	<ul style="list-style-type: none"> • 1E급전기배전계통 <ul style="list-style-type: none"> - 4.16KV 교류 모선 - 480V 모터 제어 센터 - 125V 직류 모선 • 공기조화계통 • 기기냉각수계통
공유계통	<ul style="list-style-type: none"> • 고압안전주입계통 <ul style="list-style-type: none"> - 원자로냉각재계통 주입관 체크밸브 (SI-540/541/542/543/217/227/237/247) • 저압안전주입계통 <ul style="list-style-type: none"> - 2개의 저압안전주입 펌프 - 저압안전주입 배수관 격리밸브 (SI-434/446/435/447/306/307/615/625/635/645)

종속성

기기	기기 보조계통
저압안전주입펌프	PP01A 4.16KV 5-SW01A 125V DC 12-MC01A 안전주입 작동신호 트레인 A 재순환 작동신호 트레인 A 공기조화계통 트레인 A
	PP01B 4.16KV 5-SW01B 125V DC 12-MC01B 안전주입 작동신호 트레인 B 재순환 작동신호 트레인 B 공기조화계통 트레인 B
저압안전주입관 격리밸브	SI-615 480V MCC 11-MC08B
	SI-625 안전주입 작동신호 트레인 B
	SI-635 480V MCC 11-MC08A
	SI-645 안전주입 작동신호 트레인 A
저압안전주입 펌프 흡입관 격리밸브	SI-691 480V MCC 11-MC01A
	SI-692 480V MCC 11-MC01B
저압안전주입펌프 배수관, 정지냉각계통 흡입 교차관 격리밸브	SI-693 480V MCC 11-MC05A
	SI-694 480V MCC 11-MC05B

기기	기기 보조계통
정지냉각계통 배수관의 첫번째 격리밸브	SI-695 480V MCC 11-MC05A
	SI-696 480V MCC 11-MC05B
정지냉각계통 배수관의 두번째 격리밸브	SI-657 480V MCC 11-MC05A
	SI-658 480V MCC 11-MC05B
저압안전주입펌프 배수관 격리밸브	SI-307 480V MCC 11-MC05A
	SI-306 480V MCC 11-MC05B
정지냉각계통 열교환기	HX 1 기기냉각수 트레인 A
	HX 2 기기냉각수 트레인 B
정지냉각계통 취수관 격리밸브	SI-655 480V MCC 11-MC01A
	SI-656 480V MCC 11-MC01B
	SI-653 125V DC 12-MC01C
	SI-654 125V DC 12-MC01D
	SI-651 480V MCC 11-MC03A
예열관 격리밸브	SI-652 480V MCC 11-MC03B
	SI-689 480V MCC 11-MC08A
SI-690 480V MCC 11-MC08B	
	격납건물 살수로부터 정지냉각계통흡입관으로의 격리밸브
V-0034 480V MCC 11-MC01B	

>> 실패경로 차단 확인(SBO-1/①AFT)

① AFT

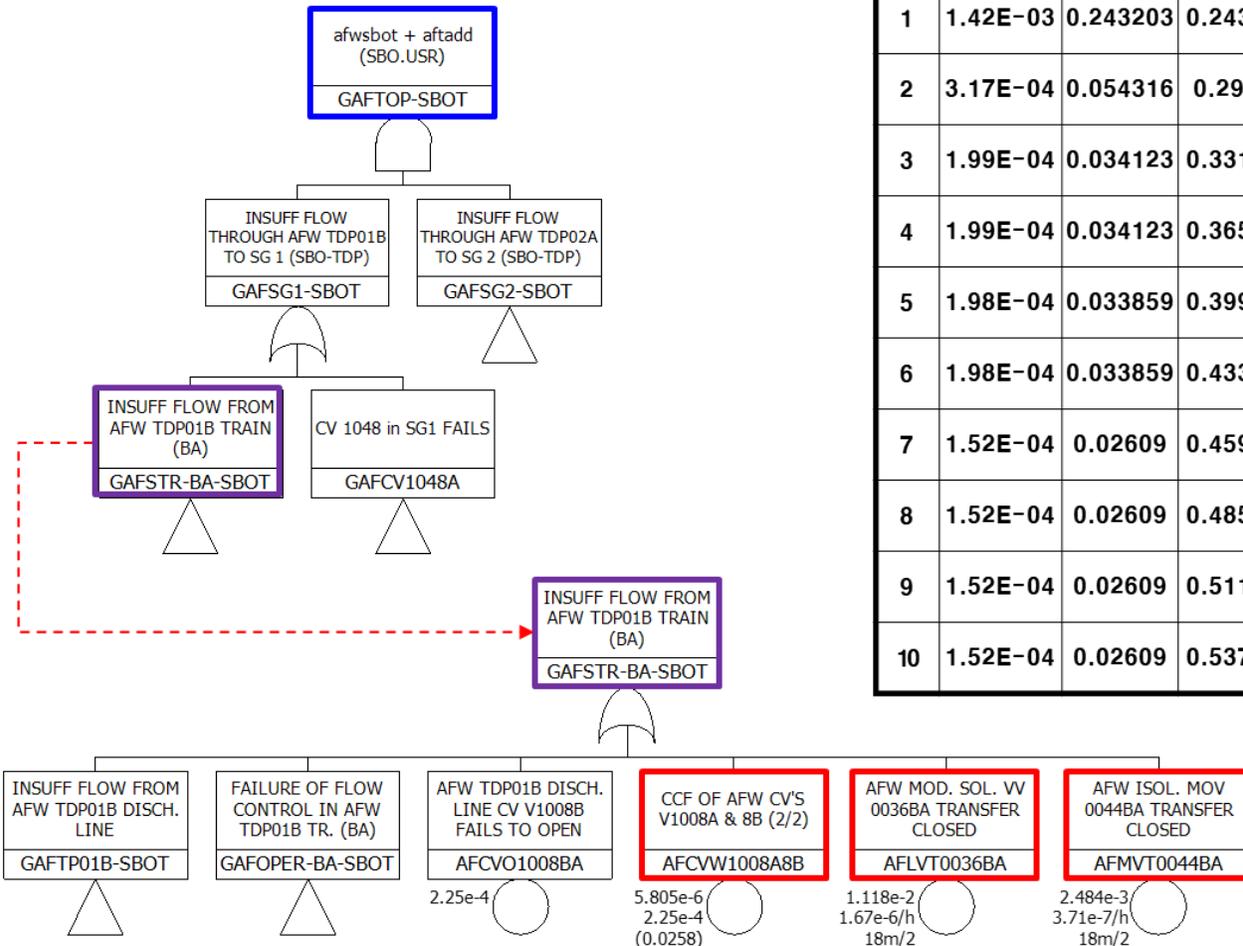
② SR1

③ RA CL

④ SDC

AFT 실패의 정점 원인

GAFTOP-SBOT



No.	Value	F-V	Acc.	안전중요도에 따른 기본사건 조합		
				번호	사건명	사건원인
1	1.42E-03	0.243203	0.243203	BE#1	AFTPW01B2A	터빈구동 보조급수 펌프(PP01B, PP02A)의 공통원인고장으로 기동실패
2	3.17E-04	0.054316	0.29752	BE#1	AFTPS01BA	터빈구동 보조급수 펌프(PP01B) 기동실패 및 터빈구동 보조급수 펌프(PP02A) 기동실패
				BE#2	AFTPS02AB	
3	1.99E-04	0.034123	0.331642	BE#1	AFLVT0037AB	보조급수 변조밸브(V0037) 열림 유지 실패 및 터빈구동 보조급수 펌프(PP01B) 기동실패
				BE#2	AFTPS01BA	
4	1.99E-04	0.034123	0.365765	BE#1	AFLVT0036BA	보조급수 변조밸브(V0036) 열림 유지 실패 및 터빈구동 보조급수 펌프(PP02A) 기동실패
				BE#2	AFTPS02AB	
5	1.98E-04	0.033859	0.399623	BE#1	ATAVW00910	보조급수 터빈증기격리밸브(AF-009/010)의 공통원인고장으로 기동실패
6	1.98E-04	0.033859	0.433482	BE#1	MSAVW10910	보조급수 터빈증기격리밸브(MS-109/110)의 공통원인고장으로 기동실패
7	1.52E-04	0.02609	0.459572	BE#1	AFTPS02AB	터빈구동 보조급수 펌프(PP02A) 기동실패 및 보조급수 터빈증기격리밸브(AF-010) 열림실패
				BE#2	ATAVO010A	
8	1.52E-04	0.02609	0.485662	BE#1	AFTPS01BA	터빈구동 보조급수 펌프(PP01B) 기동실패 및 보조급수 터빈증기격리밸브(AF-009) 열림실패
				BE#2	ATAVO009B	
9	1.52E-04	0.02609	0.511753	BE#1	AFTPS02AB	터빈구동 보조급수 펌프(PP02A) 기동실패 및 보조급수 터빈증기격리밸브(MS-110) 열림실패
				BE#2	MSAV0110A	
10	1.52E-04	0.02609	0.537843	BE#1	AFTPS01BA	터빈구동 보조급수 펌프(PP01B) 기동실패 및 보조급수 터빈증기격리밸브(MS-109) 열림실패
				BE#2	MSAV0109B	



검사제도 개선방안

- SBO-8/AFT (GAFTOP-SBOT)에서 노심손상 기여도가 가장 높은 기본사건:

기본사건: AFTPW01B2A

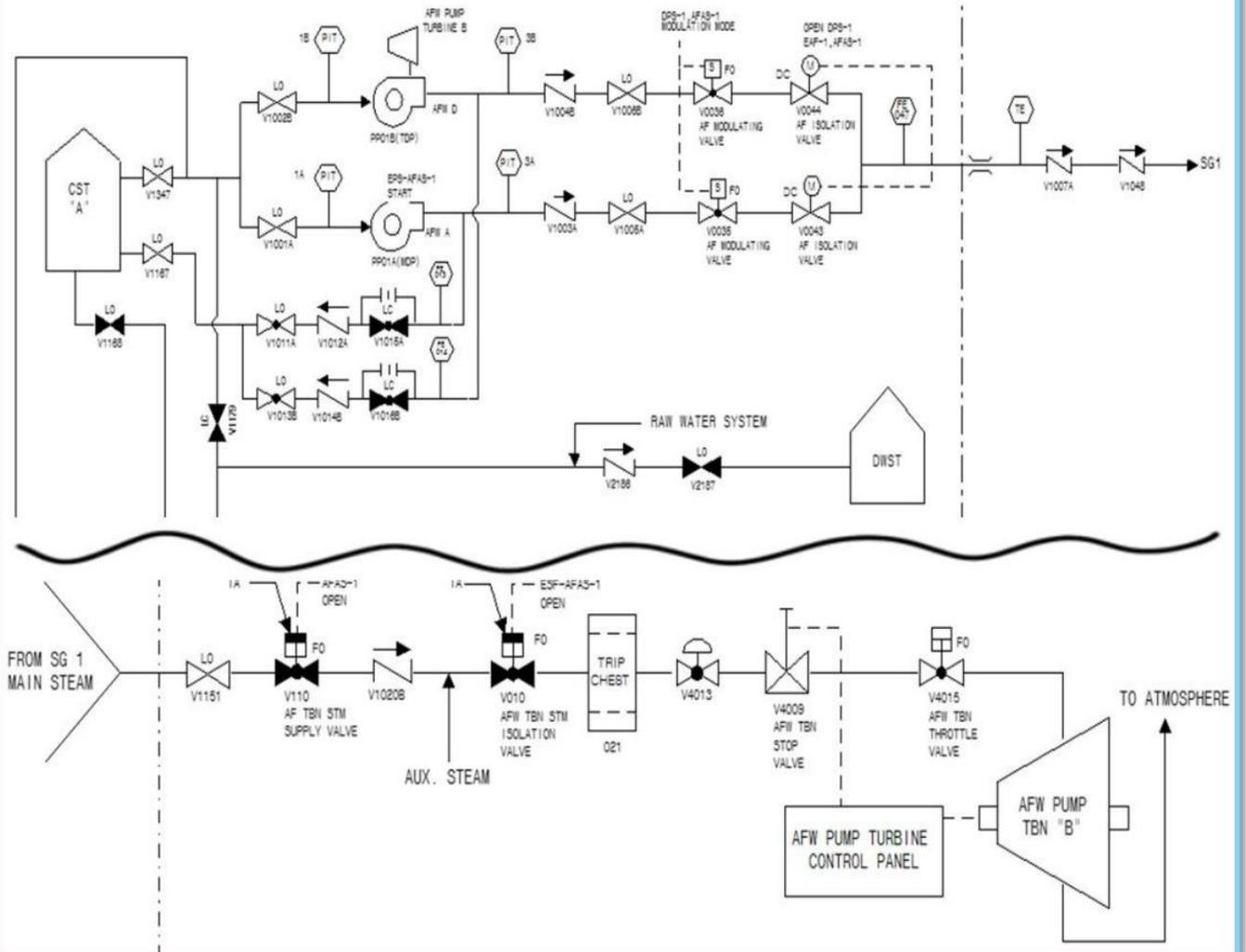
터빈구동펌프 (01B와 02A)가 요구기동에 실패

- ▶ 원자로 정지 후, 모든 교류전력이 상실되어 오직 터빈구동 보조급수펌프를 통해서만 이차 측에 급수 공급이 가능함.
- ▶ 터빈구동 보조급수펌프의 운전 가능함과 복수저장탱크로부터 증기발생기까지의 보조급수유로 확보가 결정적 성공기준 임.

실패경로 차단 확인 사항

터빈구동펌프 운전 가능성

유로 확보 (복수저장탱크 - 증기발생기)



01 현장주재검사 “정상/비정상 운전 대응능력 확인” 중점

- ▶ 심층방어 관점: ‘운영’ 단계의 모든 안전원칙 목표수목 적용, 그리고 ‘운영’ 이외의 단계에서는 심층방어 1,2단계 해당 안전원칙 목표수목 적용
- ▶ 정기검사지침서 심층방어 평가 및 해당 결과의 확인 검증을 통한 현장주재검사 후보군 도출
- ▶ IAEA GSG-13 Appx. IV에 기술된 검사 지침과 검사 후보군과의 비교 검토를 통한 분류

02 정기검사 “사건/사고 대응능력 검사” 중점

- ▶ 리스크 정보 기반의 검사 및 심층방어 3, 4단계 기능 강화
- ▶ 사건/사고 완화에 실제 개입 되는 안전기능 중점 강화
- ▶ 안전기능 성공을 위한 최소기준 및 실패 가능 원인 분석 적용
- ▶ 시나리오 기반의 대응 능력 확인





We Make The World Safe & Clean ,