제163회 원자력안전위원회

의안번호	제 2 호	심의의결사항
의결일자	2022. 9. 15.	
공개여부	공개	

원자력이용시설 운영 변경허가(안)

제 출 자	원자력안전위원회 위원장 유 국 희
제출일자	2022. 9. 15.

1. 의결주문

○ 원자력이용시설 운영 변경허가(안)을 <붙임>과 같이 의결한다.

2. 제안이유

○ 「원자력안전위원회 회의 운영에 관한 규칙」 제7조(안건의 구분 등) 제2항에 따라 원자력안전위원회의 심의를 거쳐 운영 변경허가 여부를 결정하고자 함

3. 주요내용

순번	대상시설	신청사유	허가조항	소관부서
1	한빛 5·6호기	격납건물 지역방사선감지기 교체	제20조 (운영허가)	원자력 안전과

4. 검토사항 : “붙임” 참조

5. 참고사항 : “붙임” 참조

붙임 **원자력이용시설 운영 변경허가(안)**

1	**한빛5·6호기 격납건물 지역방사선감지기 교체 ('19.07.16 신청)**

1. 개 요

□ 한수원은 **한빛5·6호기 격납건물 지역방사선감지기 단종으로 신규 지역방사선감지기기로 교체하기 위하여 기기 공급사** 및 **검증문서**를 **추가하는** 운영변경허가를 신청함에 따라 KINS에서 심사를 수행함

○ 심사기간 : '19.07.~'22.07.(총 4차례 36건 질의·답변)

○ 변경대상 : **최종안전성분석보고서**(이하 FSAR) 표3.11(안전등급기기 목록) 및 표12.3(감시기의 채널 측정범위와 설치위치))

2. 변경 사유

□ 한수원은 운영 중인 격납건물 지역방사선감지기의 **예비품 등이 필요**하나, 원 공급사가 기존 **모델 생산중단**으로 예비품 확보 등 기기 유지관리에 어려움

□ 지역방사선감지기 교체를 위하여, 신규 신호처리기* 및 이를 연결하는 케이블**도 교체

* 신규 지역방사선감지기는 검출기, 신호처리기 및 이를 연결하는 케이블로 구성, 신호처리기는 검출기의 신호를 변환 및 전달함

** MI(Mineral Insulated)케이블: 내부 절연재는 무기질(MgO,산화마그네슘), 피복재는 스테인레스강으로 구성, 고방사선 및 화재로부터 회로의 건전성이 요구되는 격납건물 내부에 사용(내화성 및 내방사선 성능 강화)

□ 동일 설계변경 타 발전소 추진현황

○ 설계변경 진행 중 : 한울 3,4,5,6호기

3. 변경 내용

□ (변경 사항) 격납건물 지역방사선감지기(호기별 4대, 총8대) 변경

○ 격납건물 지역방사선감지기 8대 및 케이블 16개 교체

* 지역방사선감지기는 호기별 4대, 대당 2개의 케이블(전원, 신호) 교체

□ **허가문서 변경사항**

○ FSAR 표3.11-3(내환경)에 신규 격납건물 지역방사선 감지기 공급사 및 기기검증 문서 추가

○ FSAR 표12.3-4(격납건물 지역방사선 감시계통 계측기 설치지역 표기) 정정

4. 심사 결과

□ **관계시설 성능의 적합성** (원안법 제21조제1항제2호)

[관련 기술기준]

▸**(원자로규칙 제13조)** 안전등급 기기 등은 지진·태풍 등 자연현상의 영향에 의하여 그 안전기능이 손상되지 않도록 설계되어야함 (**외적요인**)

▸**(원자로규칙 제14조)** 안전에 중요한 기기는 화재 및 폭발의 가능성과 그로 인한 영향이 최소화될 수 있도록 설계하고 배치(**화재방호에 관한 설계기준**)

▸**(원자로규칙 제15조)** 안전에 중요한 기기는 정상운전·설계기준사고 등의 환경조건에 적합하여야 하며 이에 의한 경년열화 현상을 고려하여 설계(**환경영향 등 설계기준**)

< ① 격납건물 지역방사선감지기 검출기(8대) 및 연결 케이블(16개) >

○ **(내환경검증) IEEE Std. 323*에 따라 발전소 환경 허용기준보다** 가혹한 환경에서 **내환경검증시험**이 **수행**되었고, 내환경 시험 전/중/후 성능시험**을 통해 **기능이 정상적으로 유지**되었음을 확인

* IEEE Standard for Qualifying Class 1E Equipment(원전 전기1급 기기의 내환경검증을 위한 기술기준)

** 감지기 신호 출력시험, 케이블 절연저항시험, 내전압 시험 등

기기명	구 분		내환경 요건(가혹한 환경)		성능시험
			기준 값 (FSAR 환경조건)	시험 값 (내환경 시험)	
격납건물 지역방사선 감지기 검출기 및 케이블	방사선 조사시험		2.0x10^6 Gy (최대)	2.2x10^6 Gy (최대)	만족
	열적가속 노화시험		120 °F(최대), 40년	방사선감지기: 251 °F (최대), 48년 케이블 및 접속부: 277 °F (최대), 44년	만족
	사고환경 모의시험	기간	1년	1.1년	만족
		최대온도	360 °F	396.7 °F	만족
		최대압력	57 psig	67.1 psig	만족

○ **(내진검증) IEEE Std. 344***에 따른 내진시험결과, **시험응답스펙트럼**(TRS, 시험환경)**이 **요구응답스펙트럼**(RRS,기준조건)**을 **포괄**하였으며, 내진시험 전/중/후 시험체의 **구조적 건전성 및 요구 성능**이 **유지**됨

* IEEE Recommended Practice for Seismic Qualification of Class 1E Equipment (원전 전기1등급 기기의 지진 성능검증 방법론)

** TRS : Test Response Spectrum, RRS : Required Response Spectrum

구 분	기술기준	측정값	허용값	결과
내진시험	IEEE Std. 344	TRS > RRS	RRS↑	만족

○ **(난연성능)** 신규로 설치되는 케이블은 **MI 케이블***로 절연체 및 외피 물질이 불에 타지 않는 **불연 케이블**임을 확인

* 절연체 : MgO(산화마그네슘), 외피 : 스테인리스강, 구리

< ② 현장 신호처리기(8대) **>**

○ **(내환경검증) IEEE Std. 323**에 따라 **발전소 환경 허용기준보다** 가혹한 환경에서 **내환경검증시험**이 **수행**되었고, 내환경 시험 전/중/후 성능시험*을 통해 **기능이 정상적으로 유지**되었음을 확인

* 현장 신호처리기 알람 및 통신, 출력신호 확인 등

기기명	구 분		내환경 요건(온화한 환경)		성능 시험
			기준 값 (FSAR 환경조건)	시험 값 (내환경 시험)	
현장 신호처리기*	방사선노화시험		$4.0x10^{0}$ Gy (최대)	1.0×10^{2} Gy (최대)	만족
	열적가속노화시험		104 °F (최대), 40년이상	122 °F (최대), 40년이상	만족
	환경 응력 시험	최대온도	104 °F	104 °F	만족
		최대습도	90 %	90 %	만족

* 현장 신호처리기는 보조건물(PAB) 125'(온화한 환경)에 설치

○ **(내진검증) IEEE Std. 344**에 따른 내진시험결과, **시험응답스펙트럼(TRS, 시험환경)**이 **요구응답스펙트럼(RRS,기준조건)**을 **포괄**하였으며, 내진시험 전/중/후 시험체의 **구조적 건전성 및 요구 성능이 유지**됨

구 분	기술기준	측정값	허용값	결과
내진시험	IEEE Std. 344	TRS > RRS	RRS↑	만족

○ **(전자기파검증) Regulatory Guide 1.180***에 따른 **전자기적합성 검증시험** 결과, **전자기파 방출, 내성, 전력서지 내성** 및 **정전기 방전** 시험을 **만족, 시험 전/중/후** 시험체의 **성능이 유지**되었음을 확인

* Guidelines for Evaluating Electromagnetic and Radio-Frequency Interference in Safe-Related I&C systems(안전관련 설비의 전자파검증을 위한 방출시험 및 내성시험의 기준, 절차 및 방법)

시험항목*	EMI (전자기 방출)	EMS (전자기 내성)	SWC (전력 서지 내성)	ESD (정전기 방전)
시험결과	만족	만족	만족	만족

* EMI : Electromagnetic Interference(전자기 방출)

EMS : Electromagnetic Susceptibility(전자기 내성)

SWC : Surge Withstand Capability(전력서지 내성)

ESD : Electrostatic Discharge(정전기 방전)

○ **(소프트웨어 검증) IEEE Std. 1012***에 따라 **소프트웨어가 개발·검증**되었으며, 입력에 따른 **적절한 출력값이 지시**되는 등 품질이 확보됨을 확인

* IEEE Standard for System, Software, and Hardware Verification and Validation (소프트웨어 및 하트웨어의 입증 및 검증 기준)

5. 종합 의견

□ 한수원이 신청한 **한빛5·6호기 격납건물 지역방사선감지기 교체 관련 운영변경허가** 건이 **원안법 제21조 제1항의 허가기준**에 **적합**

참고 1-1 한빛5,6호기 최종안전성분석보고서 변경 전·후 비교표 및 검토의견

<table>
<tr><th>번호</th><th>페이지/
항목</th><th>변경 전</th><th>변경 후</th><th>검토 결과</th></tr>
<tr><td>1</td><td>3.11-53 /
표3.11-3
(25 중 5)
표 7행</td><td>
<table>
<tr><th>기기식별</th><th>기기번호</th><th>공급자</th></tr>
<tr><td>Containment
High Range
Operating Area
Monitor</td><td>5/6-761-J-RE/RT/
RL/RAH-233/234</td><td></td></tr>
</table>
<table>
<tr><th rowspan="2">사양서
번호</th><th rowspan="2">기기
위치</th><th colspan="2">설계기준 사고시
요구된 운전시간</th><th rowspan="2">내환경
검증
방법</th></tr>
<tr><th>LOCA</th><th>MSLB</th></tr>
<tr><td>J202</td><td>142-C01</td><td>CONT</td><td>CONT</td><td>T,A</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th colspan="3">내진검증</th><th rowspan="2">기기검증번호</th></tr>
<tr><th>시험
방법</th><th>주파수
범위
(Hz)</th><th>검증
방법</th></tr>
<tr><td>Random
Biaxial</td><td>1-50</td><td>T,A</td><td>J202-ER-C01-03
J202-ER-A01-03</td></tr>
</table>
[따로붙임 1]
</td><td>
<table>
<tr><th>기기식별</th><th>기기번호</th><th>공급자</th></tr>
<tr><td>Containment
High Range
Operating Area
Monitor</td><td>5/6-761-J-RE/RT/
RL/RAH-233/234</td><td></td></tr>
</table>
<table>
<tr><th rowspan="2">사양서
번호</th><th rowspan="2">기기
위치</th><th colspan="2">설계기준 사고시
요구된 운전시간</th><th rowspan="2">내환경
검증
방법</th></tr>
<tr><th>LOCA</th><th>MSLB</th></tr>
<tr><td>J202</td><td>142-C01
125-A02A/B</td><td>CONT</td><td>CONT</td><td>T,A</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th colspan="3">내진검증</th><th rowspan="2">기기검증
문서번호</th></tr>
<tr><th>시험
방법</th><th>주파수
범위
(Hz)</th><th>검증
방법</th></tr>
<tr><td>Random
Biaxial</td><td>1-50</td><td>T,A</td><td>J202-ER-A31-01
J202-ER-B31-01
J202-ER-C31-01</td></tr>
</table>
[따로붙임 1-1]
</td><td>공급자 및 기기 위치에 관한 사항, 기기검증문서번호의 개정사항을 반영하는 것으로 적합함.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>번호</th><th>페이지/
항목</th><th>변경 전</th><th>변경 후</th><th>검토 결과</th></tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>3.11-54 /
표3.11-3
(25 중 6)
표 2행</td>
<td>
<table>
<tr><th>기기식별</th><th>기기번호</th><th>공급자</th></tr>
<tr><td>Containment Operating Area Monitor</td><td>5/6-761-J-RE/RT-231/232
5/6-761-J-RL/RAH-231A/231B/231C/232</td><td></td></tr>
</table>
<table>
<tr><th rowspan="2">사양서
번호</th><th rowspan="2">기기
위치</th><th colspan="2">설계기준 사고시
요구된 운전시간</th><th rowspan="2">내환경
검증
방법</th></tr>
<tr><th>LOCA</th><th>MSLB</th></tr>
<tr><td>J202</td><td>142-C01</td><td>CONT</td><td>CONT</td><td>T,A</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th colspan="3">내진검증</th><th rowspan="2">기기검증번호</th></tr>
<tr><th>시험
방법</th><th>주파수
범위
(Hz)</th><th>검증
방법</th></tr>
<tr><td>Random
Biaxial</td><td>1-50</td><td>T,A</td><td>J202-ER-C01-03
J202-ER-A01-03</td></tr>
</table>
[따로붙임 2]
</td>
<td>
<table>
<tr><th>기기식별</th><th>기기번호</th><th>공급자</th></tr>
<tr><td>Containment Operating Area Monitor</td><td>5/6-761-J-RE/RT-231/232
5/6-761-J-RL/RAH-231A/231B/231C/232</td><td></td></tr>
</table>
<table>
<tr><th rowspan="2">사양서
번호</th><th rowspan="2">기기
위치</th><th colspan="2">설계기준 사고시
요구된 운전시간</th><th rowspan="2">내환경
검증
방법</th></tr>
<tr><th>LOCA</th><th>MSLB</th></tr>
<tr><td>J202</td><td>142-C01
125-A02A/B</td><td>CONT</td><td>CONT</td><td>T,A</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th colspan="3">내진검증</th><th rowspan="2">기기검증
문서번호</th></tr>
<tr><th>시험
방법</th><th>주파수
범위
(Hz)</th><th>검증
방법</th></tr>
<tr><td>Random
Biaxial</td><td>1-50</td><td>T,A</td><td>J202-ER-C01-03
J202-ER-A01-03
J202-ER-A31-01
J202-ER-B31-01
J202-ER-C31-01</td></tr>
</table>
[따로붙임 2-1]
</td>
<td>공급자 및 기기 위치에 관한 사항, 기기검증문서번호의 개정사항을 반영하는 것으로 적합함.

금번 운영변경허가의 대상인 검출기와 신호처리기의 기기번호는 5/6-761-J-RE/RT-231/232으로 해당 기의 제작사 수산뉴텍이 공급자로 추가되었으며, 기존 설계가 유지되는 경보램프와 경보기의 기기번호는 5/6-761-J-RL/RAH-231A/231B/231C/232이며 공급자 역시 NRC로 동일하므로 변경되지 않았음을 확인하였음</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr><th>번호</th><th>페이지/
항목</th><th>변경 전</th><th>변경 후</th><th>검토 결과</th></tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>12.3-68/
표 12.3-4
(3 중 1)
표 4,5행</td>
<td>
<table>
<tr><th>설치장소</th><th>호기당수량</th><th>검출기형태</th></tr>
<tr><td>격납건물 운전지역
(Div.A) (RE-231,232)</td><td>2</td><td>IC</td></tr>
<tr><td>격납건물 상부 운전지역
(Div.B) (RE-233,234)</td><td>2</td><td>IC</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th>내진범주</th><th>감시매체</th><th>전원</th><th>측정범위
(mSV/hr)</th></tr>
<tr><td>I</td><td>공기</td><td>1E급 계측교류</td><td>10^{-3}-10^{2}</td></tr>
<tr><td>I</td><td>공기</td><td>1E급 계측교류</td><td>10^{-2}-10^{5} (Sv/hr)</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th>정확도
(% of
reading)</th><th>경고/고경보
(mSv/hr)</th><th>기 능</th></tr>
<tr><td>±20</td><td>0.5(0.025)**
2.5(0.125)**</td><td>· 정상운전 및 핵연료
취급사고 감시
· 격납건물 배기격리
작동신호 발생</td></tr>
<tr><td>±40</td><td>14
28</td><td>· 핵연료 취급 및 냉각재
상실사고 감시
· 격납건물 배기격리
작동신호 발생</td></tr>
</table>
[따로붙임 3]
</td>
<td>
<table>
<tr><th>설치장소</th><th>호기당수량</th><th>검출기형태</th></tr>
<tr><td>격납건물 운전지역
~~(Div.A)~~ (RE-231,232)</td><td>2</td><td>IC</td></tr>
<tr><td>격납건물 상부 운전지역
~~(Div.B)~~ (RE-233,234)</td><td>2</td><td>IC</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th>내진범주</th><th>감시매체</th><th>전원</th><th>측정범위
(mSV/hr)</th></tr>
<tr><td>I</td><td>공기</td><td>1E급 계측교류</td><td>10^{-3}-10^{2}</td></tr>
<tr><td>I</td><td>공기</td><td>1E급 계측교류</td><td>10^{-2}-10^{5} (Sv/hr)</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th>정확도
(% of
reading)</th><th>경고/고경보
(mSv/hr)</th><th>기 능</th></tr>
<tr><td>±20</td><td>0.5(0.025)**
2.5(0.125)**</td><td>· 정상운전 및 핵연료
취급사고 감시
· 격납건물 배기격리
작동신호 발생</td></tr>
<tr><td>±40</td><td>14
28</td><td>· 핵연료 취급 및 냉각재
상실사고 감시
· 격납건물 배기격리
작동신호 발생</td></tr>
</table>
[따로붙임 3-1]
</td>
<td>표기 오류 수정 사항으로 적합함.</td>
</tr>
</table>

참고 1-2 안전관련 설비 기기검증 주요 규제요건 및 기술기준

□ 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙

제13조(외적 요인에 관한 설계기준)

① 안전에 중요한 구조물, 계통 및 기기는 지진, 태풍, 홍수, 해일 등을 포함한 예상 가능한 자연현상의 영향과 항공기 충돌, 폭발 등을 포함한 예상 가능한 외부 인위적 사건의 영향에 의하여 그 안전기능이 손상되지 아니하도록 설계하여야 한다.

제14조(화재방호에 관한 설계기준)

① 안전에 중요한 구조물, 계통 및 기기는 화재 및 폭발의 가능성과 그로 인한 영향이 최소화될 수 있도록 다음 각 호의 기준에 적합하도록 설계하고 배치하여야 한다.

2. 원자로시설 전체에 가능한 한 불연성물질 또는 내열재료를 사용하고 내화구조를 적용하여야 하며,

제15조(환경영향 등에 관한 설계기준)

① 안전에 중요한 구조물, 계통 및 기기는 환경 및 동적 영향에 의한 손상을 방지하기 위하여 다음 각 호의 기준에 적합하도록 설계하여야 한다.

1. 정상운전, 예상운전과도 및 설계기준사고의 환경조건에 적합하여야 하고, 그 영향을 수용할 수 있을 것

□ 내환경검증 : IEEE Std. 323-1983

원자력발전소 전기1급 기기의 내환경검증을 위한 기술기준으로 내환경검증 기준, 절차 및 방법 등을 기술함. ①해석, ②시험, ③운전경험, ④조합된 방법(해석 + 시험) 중 최소 1개 이상의 방법으로 확정된 검증 수명 또는 감시/보수 간격을 제시해야 함

□ 내진검증 : IEEE Std. 344-1987

①해석, ②시험, ③운전경험, ④조합된 방법(해석+시험) 중 최소 1개 이상의 방법을 적용하여 내진 요건을 만족해야 함

□ 소프트웨어검증 : IEEE Std. 1012-2004

소프트웨어의 취득, 공급, 개발, 운영 및 유지보수를 포함한 전 생명주기에 대해 공정을 규정하고 이를 객관적으로 평가하기 위한 기준, 절차 및 방법

□ 전자파검증 : RG Guide 1.180-Rev1

(Reg. Guide 1.180) 안전관련 설비의 전자파검증을 위한 방출시험 및 내성시험의 기준, 절차 및 방법

① 전자파 방출시험: 시험대상 기기로부터 전력선 및 신호선을 따라 전도되고, 공기중으로 방사되는 전자파 방출량을 주파수대역별로 측정, 전자파 방출량이 주파수 대역별 포락선을 초과하지 않아야 함

② 전자파 내성시험: 전력선 및 신호선을 따라 전도되고 공기 중으로 방사되는 전자파에 대하여 주파수대역별로 시험대상 기기의 감응성 확인, 시험대상 기기가 요구되는 기능을 수행하는지 확인

참고 1-3 격납건물 지역방사선감지기 설계변경 내용

1. 배 경

□ 한빛5,6호기 격납건물 지역방사선감지기 모델이 20년이상 장기간 사용

ㅇ (예비품 확보) 기기의 정비 및 유지보수용 예비품 확보 필요

ㅇ (검출기 단종) 원 공급사(NRC社, 美) 격납건물 지역방사선감지기 검출기 모델 생산중단으로 예비품 수급 불가능

□ 기존 격납건물 지역방사선기감지기를 대체하고, 향상된 기능과 원활한 예비품 수급이 가능한 신규 공급사 지역방사선감지기로 교체

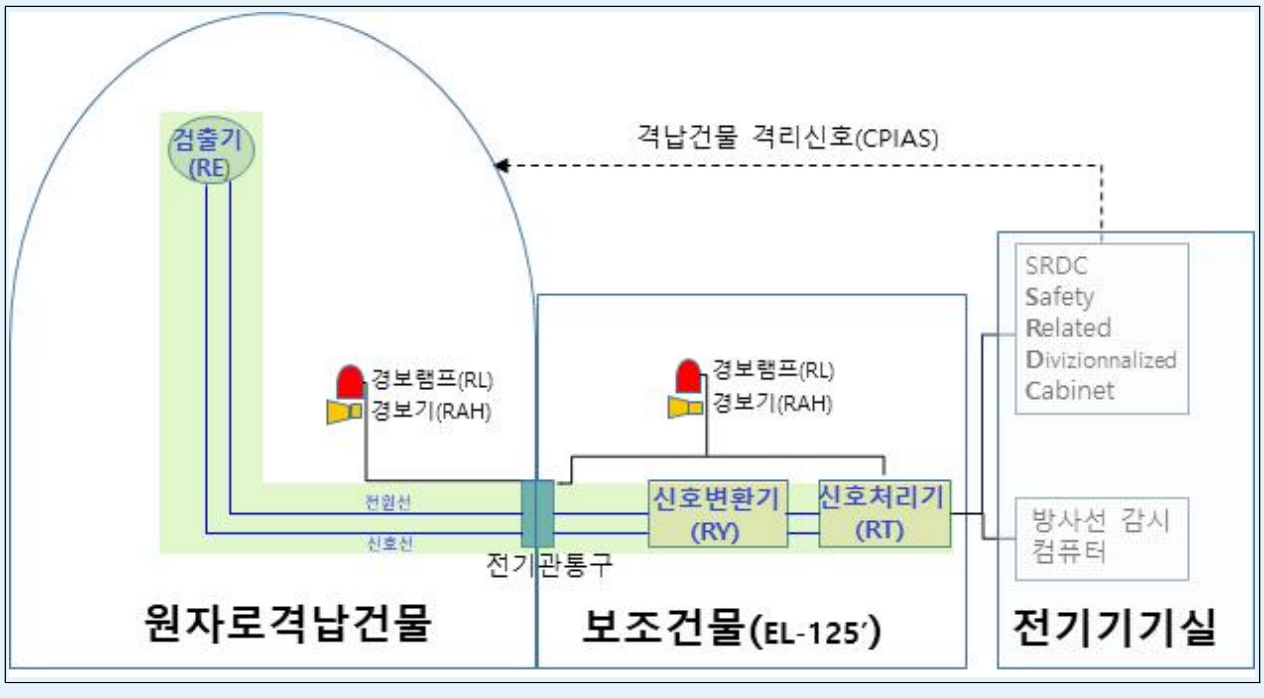
※ 격납건물 지역방사선감지기 개요

ㅇ(기능) 격납건물 內 방사선 감시와 고방사선 경보발생시 격납건물 방사선 외부유출을 방지하기 위해 격납건물 격리밸브를 자동으로 닫는 신호(CPIAS*) 발생 및 설계기준사고 발생 후 격납건물 방사선 준위 감시

* CPIAS(Containment Purge Isolation Actuation Signal) : 격납건물 배기격리 작동신호

ㅇ(현 구성) 방사선검출기(RE), 신호변환기(RY), 신호처리기(RT), 현장 경보램프(RL), 현장 경보기(RAH) , 내부케이블로 구성

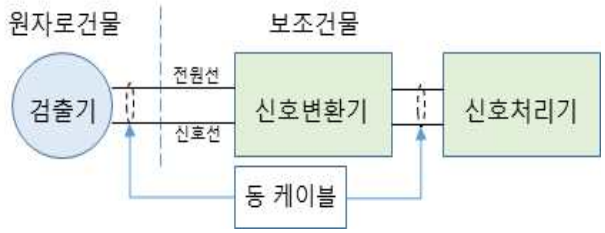
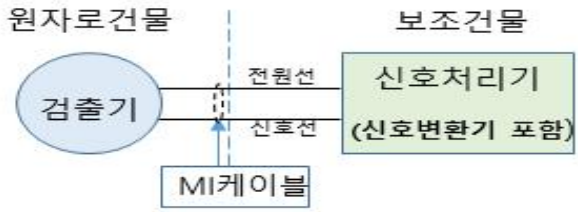
ㅇ(격납건물 지역방사선감지기 계통 개략도)



2. 설계변경 내용

□ 격납건물 지역방사선감지기 변경내용

- ㅇ (검출기) 기존 검출기 동등이상의 방사선 검출범위, 발전소 격납건물 환경 및 설계기준사고 허용기준 보다 가혹한 환경에서 검증된 기기로 변경
- ㅇ (케이블) 내화재성, 내방사선이 우수한 MI 케이블로 변경
- ㅇ (신호변환기) 삭제
- ㅇ (신호처리기) 기존 현장 신호변환기 기능을 신규 현장 신호처리기에 통합
- ㅇ 격납건물 지역방사선감지기 구성 단순화로 고장개소 감소, 예비품 확보 가능으로 정비 및 유지관리등 계통 및 발전소 안전성 향상

	
[변경전]	[변경후]

3. 격납건물 지역 방사선감지기 감지기 및 현장 신호처리기 제원비교

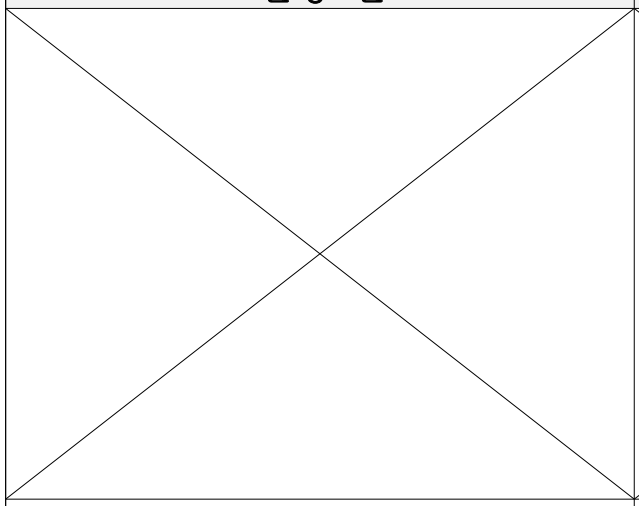
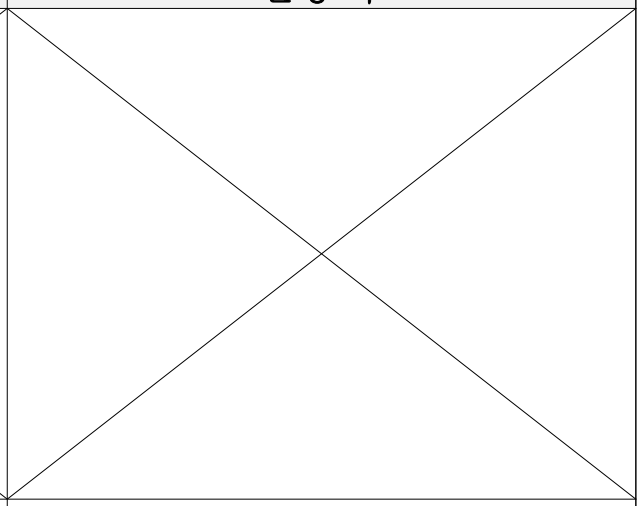
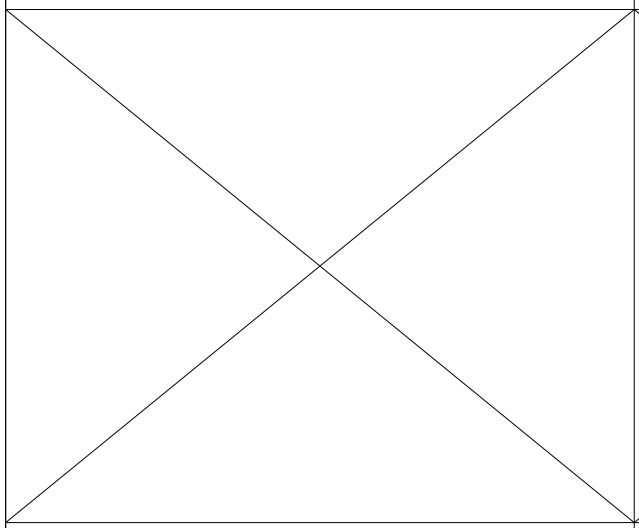
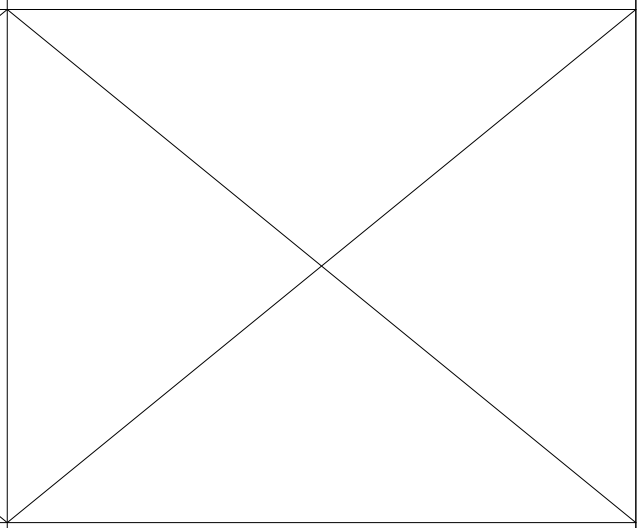
□ 검출기 제원 비교표

구 분	변경 전		변경 후	
제작사				
품질등급	Q		Q	
모델번호	ICP-100(V1),	ICP-100(V2)	KG50SEC	KG221SER
형식	이온챔버		이온챔버	
측정범위	10^{-2}～10^{5} Sv/hr	10^{-6}～10^{-1}Sv/hr	10^{-3}～10^{5} Sv/hr	10^{-6}～10^{3}Sv/hr

□ 현장 신호처리기 제원 비교표

구 분	변경 전	변경 후
제작사	[redacted]	[redacted]
품질등급	Q	Q
모델번호	ADM-616	LPDU3-IC3
정격전압	120VAC	120VAC
기능	Alarm Indicator Analog & Digital output	Alarm Indicator Analog & Digital output

4. 격납건물 지역방사선감지기 변경 전/후 사진

변경 전	변경 후
	
기존 방사선검출기	신규 방사선검출기
	
기존 현장신호처리기(Ratemeter)	신규 현장신호처리기(LPDU)

〈 안건 담당자 〉

원자력안전위원회 원자력안전과	
임시우 과 장	(02) 397 - 7281
사민경 사무관	(02) 397 - 7283
한국원자력안전기술원 원자력검사단	
이정재 단 장	(042) 868 - 0015
차정훈 실 장	(042) 868 - 0957