

신고리 5,6호기

# 예비안전성분석보고서(공개본)

12장



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.

# 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

## 제 12 장 - 방사선 방호

### 목 차 (4 중 1)

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>	<u>페이지</u>
12	<u>방사선 방호</u>	12.1-1
12.1	<u>방사선 피폭선량을 합리적으로 달성 가능한 한 낮게(ALARA) 유지하기 위한 보장</u>	12.1-1
12.1.1	정책 고려사항	12.1-1
12.1.1.1	설계 및 건설 정책	12.1-1
12.1.1.2	운영 정책	12.1-2
12.1.2	설계고려사항	12.1-4
12.1.2.1	ALARA 설계를 위한 일반 고려사항	12.1-4
12.1.3	운영 고려사항	12.1-6
12.1.3.1	ALARA를 위한 일반 고려사항	12.1-7
12.1.3.2	방사선작업종사자 피폭을 ALARA로 유지하기 위한 설계특성	12.1-8
12.1.4	참고문헌	12.1-10
12.2	<u>방사선원</u>	12.2-1
12.2.1	밀봉 선원	12.2-1
12.2.1.1	원자로건물	12.2-1
12.2.1.1.1	원자로 노심	12.2-1
12.2.1.1.2	원자로냉각재계통	12.2-1
12.2.1.1.3	주증기계통	12.2-2
12.2.1.1.4	사용후연료 취급과 이송	12.2-2
12.2.1.1.5	공정계통	12.2-3
12.2.1.1.5.1	화학 및 체적제어계통	12.2-3
12.2.1.1.5.2	증기발생기취출계통	12.2-4
12.2.1.1.5.3	복수탈염계통	12.2-5
12.2.1.2	보조건물	12.2-5
12.2.1.2.1	정지냉각계통	12.2-5
12.2.1.2.2	1차측기기냉각수계통	12.2-5
12.2.1.2.3	사용후연료 저장 및 이송	12.2-5
12.2.1.2.4	사용후연료저장조 냉각 및 정화계통	12.2-5
12.2.1.3	터빈건물	12.2-6

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

### 목 차 (4 중 2)

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>	<u>페이지</u>
12.2.1.4	복합건물	12.2-6
12.2.1.5	설계기준사고시 방사선원	12.2-7
12.2.1.6	저장방사능	12.2-7
12.2.1.7	배관배치설계	12.2-8
12.2.2	공기 중 방사선원	12.2-8
12.2.2.1	공기 중 방사능물질의 생성	12.2-9
12.2.2.2	정상시 접근가능구역의 공기 중 방사선원	12.2-10
12.2.2.3	운전중 공기 중 방사능 농도	12.2-10
12.2.2.3.1	공기 중 방사능농도 계산에 사용되는 매개변수와 모델	12.2-10
12.2.3	사고시 차폐의 적절성을 검증하기 위해 사용되는 방사선원	12.2-11
12.2.4	참고문헌	12.2-11
12.3	<u>방사선방호 설계특성</u>	12.3-1
12.3.1	설비 및 기기설계특성	12.3-1
12.3.1.1	일반배치 설계특성	12.3-1
12.3.1.2	소내 피폭조절을 위한 기기와 계통의 설계 특성	12.3-3
12.3.1.3	방사선원향 제어	12.3-9
12.3.1.4	공기 중 오염방지를 위한 설계특성	12.3-10
12.3.1.5	기기 개선	12.3-11
12.3.1.6	방사선구역 분류	12.3-12
12.3.1.7	사고 후 피폭선량을 ALARA로 유지하기 위한 설계고려사항	12.3-13
12.3.1.8	사고시 방사선구역 분류	12.3-13
12.3.1.9	필수구역 접근	12.3-14
12.3.1.10	해체설계기준	12.3-15
12.3.1.10.1	해체의 용이성	12.3-15
12.3.1.10.2	해체시 발생하는 방사성폐기물 발생특성	12.3-17
12.3.1.10.3	해체를 고려한 ALARA 특성	12.3-17
12.3.1.10.4	주기적 개정 계획	12.3-17
12.3.1.10.5	해체 관련 기록 관리 방안	12.3-17
12.3.1.10.6	해체 자원 충당	12.3-17
12.3.2	차폐	12.3-17
12.3.2.1	일반차폐설계기준	12.3-17
12.3.2.2	차폐분석	12.3-20
12.3.2.3	차폐설계	12.3-22

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

### 목 차 (4 중 3)

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>	<u>페이지</u>
12.3.3	환기	12.3-23
12.3.4	지역 방사선 및 공기중 방사선감시설비	12.3-23
12.3.4.1	지역 방사선감시계통	12.3-23
12.3.4.1.1	설계 기준	12.3-24
12.3.4.1.2	계통 설명	12.3-24
12.3.4.1.3	특정 지역방사선감시기	12.3-25
12.3.4.2	공기중 방사능감시계통	12.3-26
12.3.4.2.1	설계 기준	12.3-26
12.3.4.2.2	계통 설명	12.3-26
12.4	<u>선량평가</u>	12.4-1
12.4.1	연간 종사자선량 평가	12.4-1
12.4.1.1	운영중 원전 종사자 피폭자료	12.4-1
12.4.1.2	종사자선량 저감을 위한 ALARA 설계특성	12.4-1
12.4.1.3	방사선작업종사자 집단선량 평가	12.4-5
12.4.2	소외주민 선량 평가	12.4-6
12.4.3	건설작업종사자 선량 평가	12.4-6
12.4.3.1	직접선량	12.4-7
12.4.3.2	공기중 방사능에 의한 선량	12.4-7
12.4.4	참고문헌	12.4-8
12.5	<u>방사선방호계획</u>	12.5-1
12.5.1	조직	12.5-1
12.5.1.1	방사선방호계획의 조직	12.5-1
12.5.1.2	방사선방호계획의 목적	12.5-1
12.5.1.3	방사선방호계획	12.5-2
12.5.2	장비, 계측기 및 설비	12.5-2
12.5.2.1	방사선관리구역	12.5-2
12.5.2.2	방사선방호 설비	12.5-3
12.5.2.3	방사선방호 설계	12.5-4
12.5.2.4	방사선방호용 계측기	12.5-4
12.5.2.4.1	실험실 방사선 측정장비	12.5-4
12.5.2.4.2	휴대용 방사선 측정기기	12.5-5

# 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

## 목 차 (4 중 4)

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>	<u>페이지</u>
12.5.2.4.3	휴대용 공기시료 채집기	12.5-5
12.5.2.4.4	개인 방사선 피폭 감시장비	12.5-5
12.5.2.4.5	비상용 계측기	12.5-6
12.5.2.4.6	방사선방호 계측기의 교정	12.5-6
12.5.2.5	장비 제염 설비	12.5-7
12.5.3	절차	12.5-7
12.5.3.1	방사선 및 오염 측정	12.5-7
12.5.3.1.1	기본 원칙	12.5-7
12.5.3.1.2	책임	12.5-8
12.5.3.1.3	측정의 종류	12.5-8
12.5.3.2	방사선량의 ALARA 유지를 위한 절차 및 방법	12.5-9
12.5.3.3	출입 및 체류시간의 통제	12.5-9
12.5.3.3.1	기본원칙	12.5-9
12.5.3.3.2	방사선관리구역에 들어갈 때	12.5-9
12.5.3.3.3	방사선관리구역에서 나올 때	12.5-10
12.5.3.4	오염 관리	12.5-10
12.5.3.4.1	설비에 대한 오염 관리	12.5-10
12.5.3.4.2	개인의 오염 관리	12.5-10
12.5.3.4.2.1	방사선관리구역 작업복	12.5-10
12.5.3.5	공기 중 방사능 관리	12.5-11
12.5.3.6	개인 방사선 감시	12.5-11
12.5.3.6.1	기본 원칙	12.5-11
12.5.3.6.2	발전소 종사자 방사선량	12.5-12
12.5.3.6.2.1	외부피폭선량 평가	12.5-12
12.5.3.6.2.2	내부피폭선량 평가	12.5-12
12.5.3.7	방사성물질의 안전관리 계획	12.5-12
12.5.3.7.1	방사성물질의 반입	12.5-13
12.5.3.7.2	방사성물질의 저장	12.5-13
12.5.3.7.3	방사성물질의 소내 수송	12.5-13
12.5.3.7.4	핵연료의 취급, 저장 및 선적	12.5-13
12.5.3.8	방사선 방호교육 훈련	12.5-13

# 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

## 제 12 장 - 방사선 방호

### 표 목 차 (2 중 1)

번 호	제 목	페이지
표 12.2-1	원자로용기 외부에서의 최대 중성자속	12.2-13
표 12.2-2	원자로용기 외부에서의 최대 감마선속	12.2-14
표 12.2-3	원자로용기 외부에서의 원자로정지 후 감마선속	12.2-15
표 12.2-4	원자로냉각재 내 핵분열생성물 방사능분석 기준	12.2-16
표 12.2-5	원자로냉각재 평형농도 (노심출력: 4,063 MWt, 핵연료손상률: 0.25 %, 탈기기 미운전)	12.2-17
표 12.2-6	원자로계통에 침적된 크러드 막의 평형 두께	12.2-18
표 12.2-7	N-16 방사능	12.2-19
표 12.2-8	사용후연료 감마선원(MeV/Watt-sec)	12.2-20
표 12.2-9	화학 및 체적제어계통 열교환기 방사능 재고량, 최대값(Bq) (노심출력: 4,063 MWt, 핵연료손상률: 0.25 %, 탈기기 미운전)	12.2-21
표 12.2-10	화학 및 체적제어계통 이온교환기 방사능 재고량, 최대값(Bq) (노심출력: 4,063 MWt, 핵연료손상률: 0.25 %, 탈기기 미운전)	12.2-23
표 12.2-11	화학 및 체적제어계통 필터 방사능 재고량, 최대값(Bq) (노심출력: 4,063 MWt, 핵연료손상률: 0.25 %, 탈기기 미운전)	12.2-25
표 12.2-12	화학 및 체적제어계통 탱크 방사능 재고량, 최대값(Bq) (노심출력: 4,063 MWt, 핵연료손상률: 0.25 %, 탈기기 미운전)	12.2-27
표 12.2-13	정지냉각계통 선원세기(MeV/g-sec)	12.2-29
표 12.2-14	사용후연료저장조의 핵분열 및 부식생성물 방사능준위	12.2-30
표 12.2-15	증기발생기 취출계통 및 복수탈염계통 방사선원	12.2-31
표 12.2-16	기체방사성폐기물관리계통 방사선원	12.2-35
표 12.2-17	액체방사성폐기물관리계통 탱크에 대한 방사선원(Bq/cc)	12.2-36
표 12.2-18	액체방사성폐기물관리계통 기기에 대한 방사선원(Bq)	12.2-38
표 12.2-19	고체방사성폐기물관리계통 탱크에 대한 방사선원(Bq)	12.2-40
표 12.2-20	주요 기기격실별 공기 중 방사능농도	12.2-42
표 12.3-1	정상운전시 방사선구역 분류기준	12.3-27
표 12.3-2	정상운전 및 운전정지시 방사선구역	12.3-28
표 12.3-3	사고시 방사선구역 분류기준	12.3-32
표 12.3-4	사고시 방사선구역	12.3-33
표 12.3-5	1Gy/hr 이상의 고방사선구역	12.3-36
표 12.3-6	지역방사선감시계통	12.3-37

표 목 차 (2 중 2)

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>	<u>페이지</u>
표 12.4-1	국내원전의 연간 작업자선량 비교	12.4-10
표 12.4-2	국내원전의 작업자 개인선량 분포	12.4-11
표 12.4-3	국내원전의 작업별 작업자선량 분포	12.4-12
표 12.4-4	국내원전의 작업별 작업인력 분포	12.4-13
표 12.4-5	방사선방호계수	12.4-14
표 12.4-6	종사자선량 평가 결과	12.4-15
표 12.4-7	건설기간별 예상 건설작업종사자 수	12.4-16
표 12.4-8	건설작업종사자의 연간 개인선량(mSv/yr)	12.4-17
표 12.4-9	총 건설작업종사자의 연간 집단선량(person-Sv/yr)	12.4-18

2

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

### 제 12 장 - 방사선 방호

#### 그림 목차

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>
그림 12.3-1	정상운전시 방사선구역도 보조/원자로건물
그림 12.3-2	정상운전시 방사선구역도 복합건물
그림 12.3-3	사고시 방사선구역도 보조/원자로건물
그림 12.3-4	핵연료이송관 주변 단면도
그림 12.5-1	관리구역으로의 출입을 위한 접근통제지점



## 12 방사선 방호

### 12.1 방사선 피폭선량을 합리적으로 달성 가능한 한 낮게(ALARA) 유지하기 위한 보장

본 절에서는 발전소 운전에 기인한 발전소 종사자, 계약업체 직원 및 일반주민의 내외부 피폭 방사선량을 원자력안전법 시행령의 선량한도 이내로 유지하고, 합리적으로 달성 가능한 한 낮게(As Low As Reasonably Achievable, ALARA) 보장하기 위하여 발전소 설계 및 운영시 고려되는 방사선방호 수단에 대하여 기술한다.

방사선방호 수단은 방사성 기기를 차폐된 격실에 격리 설치, 배관 및 기기에서 방출되는 이온화방사선을 충분히 감쇠할 수 있도록 설계된 차폐체 설치, 원격 조작기기 및 자동장비 사용, 공기 중 방사성물질의 생성 가능성이 있는 기기실 내 환기설비 설치, 방사선감시계통 설치, 방사선방호 요원의 훈련 그리고 피폭선량 저감을 위한 행정적인 정책 및 절차의 개발과 이행 등을 포함한다.

#### 12.1.1 정책 고려사항

한수원의 방사선방호 관련정책은 정비요건 및 예상되는 운전요건과 각종 규정을 만족하면서 종사자의 방사선 피폭선량을 ALARA로 유지하는 것이다. 이 ALARA 정책은 종사자의 개인 피폭선량뿐만 아니라 집단선량(person-Sv)에도 적용된다. 보건물리와 관련한 잠재된 문제점을 해결하기 위한 올바른 자세와 인식의 개발은 모든 발전소 종사자의 적절한 교육과 훈련에 의하여 이루어진다.

##### 12.1.1.1 설계 및 건설 정책

ALARA 개념은 발전소의 초기 설계 및 건설단계부터 적용되는데, 구체적인 설계의 적용은 ALARA 설계지침의 준수, 설계문서의 ALARA 검토 및 문서화에 의해 이행된다.

발전소의 설계 및 설계 문서는 설계 및 건설단계 동안 지속적으로 검토, 개정 및 보완된다.

발전소의 설계는 일반 배치, 차폐, 환기, 보안, 출입통제, 정비 및 가동중검사 등과 관련하여 피폭저감화를 달성하기 위한 방사선방호 관점에서 검토된다.

방사성 유체를 함유하는 배관 및 기기는 방사선방호 관점에서 적절히 배치한다. 즉, 방사성 배관 및 기기를 ALARA 설계기준에 따라 배치하고 차폐함으로써 종사자의 방사선 피폭이 ALARA로 유지되도록 하며 건설시 필요한 경우 배관 배치 및 차폐요건이 설정된 기준을 만족하는 것을 보장하기 위하여 자체검사가 수행된다. 건설기간 중에 설치된 차폐벽 내에 주요한 결함이 없다는 것을 보장하기 위하여 육안검사를 실시하며, 초기 출력 운전중에는 차폐설계가 발전소의 정상운전 및 정비시 선량한도 요건을 만족함을 보장하

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

기 위하여 방사선 측정을 수행한다.

한편, 기존의 발전소 설계자료 및 운영경험으로부터 얻은 정보는 종사자의 피폭선량을 ALARA로 유지하기 위한 설비 설계기준으로 사용된다.

종사자의 피폭선량을 ALARA로 유지하기 위하여 설계단계에서 작업종사자에 대한 방사선량 설계목표치를 설정하고 이의 만족성을 입증한다. 방사선량 설계목표치는 다음과 같다.

가. 작업종사자 집단선량 : 1.0 person-Sv/yr

나. 작업종사자 개인선량 : 10.0 mSv/yr (최대개인선량), 2.0 mSv/yr (평균개인선량)

12.1.2절 및 12.1.3절에서는 종사자의 피폭선량을 ALARA로 유지하기 위하여 기기 및 발전소배치와 출입통제 설비를 포함한 차폐, 환기 및 방사선감시계통의 설계시 사용된 기준 및 방법을 기술한다.

방사선방호설계 특성 검토는 발전소 설계업무의 일부로서 전문 방사선방호기술자들에 의해 수행된다. ALARA 설계 및 검토는 방사선원 평가, 피폭선량 평가, 차폐 설계 및 방사성폐기물관리계통 설계분야에 경험이 있으며, 방사선방호 개념을 설계에 적용할 수 있는 능력을 갖춘 기술자들에 의해 수행된다.

한수원의 방사선안전부서는 방사선방호에 대한 기준 및 지침을 설정하기 위하여 운전중 발전소의 피폭 이력자료 및 설계사항을 검토한다. 또한 이 부서는 방사선 피폭저감을 위하여 설정된 각종 기준이 설계에 제대로 적용되는지를 확인하기 위해 발전소 설계를 여러 측면에서 검토하고 필요시 설계개선을 권고한다. 건설기간중 설계부서로 발행되는 현장설계변경사항은 피폭선량 저감화를 위하여 전문 방사선방호기술자에 의해 검토되며 검토 결과는 규제지침서 8.8의 내용을 만족하도록 한다.

### 12.1.1.2 운영 정책

발전소 운영과 관련된 한수원의 방사선방호 정책은 원자력관계법령의 방사선 안전관리규정을 준수하며 종사자 및 일반주민의 피폭선량을 ALARA로 유지하는 것이다. 방사선방호계획은 규제지침서 8.8 및 8.10의 권고사항을 따르는 한편, 국내 원자력관계법령에 명시된 내용을 준수할 수 있도록 한다.

발전소장은 발전소 운영시 방사선방호계획에 대한 이행 책임이 있으며, 이 계획은 방사선 관리와 관련된 절차서 및 방사선방호 기초 훈련 등을 포함하며 발전소 운영자에 의하여 주기적으로 검토, 보완된다.

최초의 방사선방호계획을 작성할 책임이 있는 방사선안전부서장은 발전소장에게 보고해야 하며 방사선안전부서를 관리, 감독해야 한다. 방사선관리 담당차장은 방사선안전부서장의 지시를 따르며 방사선안전관리원들의 관리, 감독은 물론 적절한 훈련도 실시해야 한다. 방사선안전관리원은 피폭최소화 계획 시행, 방사선작업계획 수립 및 방사선작업 안전관리 업무를 담당하고, 보건물리원은 보건물리실에서 근무하는 방사선안전관리원으로서 방사선 관리구역에 대한 출입관리, 방사선(능) 측정 및 방사선작업 안전관리 등의 업무를 담당한다. 방사선안전부서의 조직은 13.1절에 기술되어 있다.

방사선안전부서는 아래와 같은 방사선방호 업무를 수행한다.

- 가. 승인된 방사선방호계획에 따라 선량한도를 설정하며, 발전소 종사자 또는 방문자의 피폭선량이 ALARA로 유지될 수 있도록 발전소 가동 전에 상세한 방사선방호절차서를 작성한다.
- 나. 방사선 안전관리는 다음과 같이 한다.
  - 1) 작업장의 방사선 환경을 평가하고 예방조치를 취한다.
  - 2) 방사선관리구역 출입자 및 반출입 장비를 관리한다.
  - 3) 방호장구의 적절한 사용과 관리를 한다.
  - 4) 방사선관리구역 내의 각 구역에는 관계법령에 따른 표지판 및 필요시 접근 제한설비(시건장치, 로프 등)를 설치한다.
  - 5) 승인된 절차에 따라 고방사선구역 및 고오염구역에서의 작업은 방사선작업 허가서상의 조건대로 관리한다.
- 다. 개인 방사선감시장비의 사용에 대한 요건을 결정하고 개인 피폭선량 이력을 기록하고 유지한다.
- 라. 발전소 부지로 반출입되는 모든 방사성물질을 관리하고 계량한다.
- 마. 비상상태에 대처하기 위한 절차서를 작성한다.
- 바. 발전소 종사자와 필요한 경우 방문자에 대하여 방사선방호 정책 및 절차를 교육한다.
- 사. 발전소 방사선방호계획에 선량평가프로그램을 포함하여 운영한다. 이 프로그램에는 종사자들의 방사성물질 흡입으로 인한 내부피폭선량을 측정하기 위한 사항이 포함된다.
- 아. 발전소 내 공정 및 유출물 방사선감시기, 지역방사선감시기, 고정형 방사선감시

기 및 휴대용 방사선감시기를 주기적으로 교정한다.

| 2

자. 발전소로부터 방출되는 방사성 유출물을 감시하고 기록을 유지한다.

차. 발전소 운전으로 인한 방사선 영향을 평가하는데 필요한 자료를 수집한다.

### 12.1.2 설계고려사항

본 절에서는 12.1.1절의 정책고려사항에 의해 적용된 설계방법 및 특성에 대해 기술한다. 종사자 피폭선량을 ALARA로 유지하기 위한 설비 및 설계특성은 12.3절 및 12.5절에 상세히 기술된다.

종사자 피폭선량을 ALARA로 유지하기 위한 일반적인 설계특성에 대한 상세지침은 기기의 설계 및 선정, 차폐, 오염관리 및 방사화부식생성물의 발생 저감기술 등에 대한 지침을 기술하고 있는 ALARA 지침서에 제시되어 있으며 규제지침서 8.8 및 8.10의 권고사항을 준수한다. 또한 이 지침서에서는 과거 발전소 설계과정에서 도출되었던 ALARA 설계개선사항들을 반영하도록 요구하고 있다. 일반배치 및 발전소 배치특성은 12.1.2.1절에 기술된다.

#### 12.1.2.1 ALARA 설계를 위한 일반 고려사항

규제지침서 8.8의 권고사항에 따라 발전소내 방사선피폭을 ALARA로 유지하기 위해 적용되는 일반 설계고려사항, 차폐 및 수단의 목적은 다음과 같다.

가. 방사선관리구역 내 종사자에 의한 정비 필요성 및 작업시간 최소화

나. 소내 상시출입구역 및 방사성기기 주변의 방사선준위 최소화

잠재적으로 방사선피폭 위험성이 있는 곳에 대해서는 차폐를 하여 발전소 종사자를 보호한다. 차폐는 종사자 보호 이외에도 다음과 같은 부수적인 기능을 가진다.

가. 사고시 발전소 주제어실 종사자에 대한 방사선피폭을 원자력안전법 시행령 별표 1의 방사선작업종사자에 대한 선량한도 이내로 유지

나. 과도한 방사선피폭으로부터 기기 보호

다. 기기 정비를 위한 접근 용이

종사자 방사선피폭을 ALARA로 유지하도록 하는 것은 규제지침서 8.8의 C.1절에 따른

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

주요 설계고려사항이다. 이러한 설계특성 발전소 설계목표가 정상운전시의 방사선피폭을 ALARA로 유지할 뿐만 아니라 해체작업 역시 용이하게 수행할 수 있도록 한다.

규제지침서 8.8에서는 기기선정 및 발전소배치에 관한 지침도 제시하고 있다. 기기선정은 종사자 피폭선량을 ALARA로 유지하는데 매우 중요한 사항이다. 기기선정을 위한 요건은 ALARA 지침서에 기술되어 있다. 설계에서는 다음 사항을 고려한다.

가. 정비 빈도 및 정비작업과 관련한 종사자피폭을 감소시키기 위하여 신뢰성이 높은 기기선정

예를 들면 다음과 같다.

- 1) 규제지침서 8.8의 C.2.i에 따라 고방사선구역에서 수명이 긴 전등을 사용하거나 좀 더 낮은 방사선구역에서 정비 작업을 할 수 있도록 조명시설 설치
- 2) 화학 및 체적제어계통을 제외한 계통에 대해 증발기방식 대신 이온교환설비 사용

신고리 5,6호기 설계는 현장경험을 반영하여 증발기방식의 사용을 최대한 억제한다. 이온교환설비는 증발기방식보다 설계가 단순하고 신뢰성이 높다.

나. 강화된 기기 환경검증

방사선, 습도 및 온도조건 등과 같이 다양한 환경조건에 대한 기기검증을 의미한다. 이에 대해서는 3.11절에 상세히 기술되어 있다.

방사선에 민감한 재질을 사용하는 전기기기는 차폐시키거나 저방사선구역에 설치한다.

다. 배관 및 기기에 대한 재질 선정

정비 또는 발전소 정상운전시 종사자가 받는 방사선 피폭선량에 가장 큰 영향을 미치는 방사화부식생성물의 발생을 최소화하기 위하여 상세설계단계에서 내식성 재질을 선택하고 1차냉각재에 노출되는 재질에 코발트 및 안티몬의 함량을 제한한다.

라. 발전소배치 및 작업공간과 관련한 유지보수성

발전소배치는 정상운전 및 사고시 종사자 방사선피폭을 ALARA로 유지할 수

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

있도록 설계된다. 발전소배치설계에는 다음 사항이 고려된다.

- 1) 정비작업시 기기에 대한 접근이 용이하도록 충분한 공간 확보
- 2) 오염확산을 최소화하기 위해 방사성계통과 비방사성계통은 분리 배치
- 3) 다음 사항을 고려하여 계통기기를 격실에 분리 배치

가) 정비 빈도

나) 운전 특성

다) 방사선준위

예를 들면 이온교환기는 차폐된 격실에 분리 배치하여 정비작업시 같은 작업공간에 있는 다른 기기로부터 유발될 수 있는 방사선피폭을 최소화시킨다.

- 4) 환기계통은 공기 중 방사성물질이 저방사선구역에서 고방사선 구역으로 환기될 수 있도록 설계하여 공기 중 오염확산을 최소화시킨다. 잠재적으로 고방사능을 함유하는 구역에 대해서는 부압을 유지시켜 준다. 공기조화계통에 대한 상세한 내용은 9.4절에 기술된다.

방사선방호요원은 방사선방호전문가의 검토의견을 최종발전소설계에 반영하기 위하여 발전소설계를 검토한다. 설계검토는 발전소배치 및 배관도면에 대한 검토뿐만 아니라 발전소설계 및 건설과정에서 발생하는 여러 가지 설계사항들을 검토한다. 방사선방호설계자는 과거의 설계 또는 운전경험을 통해 도출된 방사선방호 문제를 인지하고 이를 설계에 반영하여야 한다. 이를 위해 과거의 설계경험 및 운전경험을 반영하고 이를 상세히 검토할 수 있는 별도의 수단을 갖추어야 한다.

ALARA 피폭 개념을 보다 확실히 설계에 반영하기 위해 발전소 설계자들에 대해 배관배치, 기기선정/배치, 방사선구역 정보 및 배관의 부식생성물 누적 최소화 방안 등을 교육한다. 또한 기기 구매시 부식을 최소화시킬 수 있는 재질을 사용하고 정비 빈도가 낮도록 설계된 기기를 구매하도록 한다. 방사화부식생성물이 축적될 가능성이 있는 기기는 제염수를 이용한 세척 또는 화학제염이 가능하도록 설계한다. 또한 고방사성기기는 저방사성기기와 분리하여 배치한다.

### 12.1.3 운영 고려사항

국내 원자력안전법시행령에 명시된 선량한도를 준수하며 종사자 피폭선량을 ALARA로

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

유지하기 위하여 방사선안전관리절차서를 개발하고 계속하여 검토, 보완한다. 이 절차서에는 가동중 발전소로부터 얻은 경험이 반영되며, 또한 종사자의 방사선방호를 최적화하기 위하여 운전중 제기된 개선사항 등이 절차서 개정시 지속적으로 반영된다.

방사선안전관리절차서는 방사선구역 내에서의 작업시간을 최소화하고 일상적인 출입이 요구되는 구역의 방사선 준위를 감소하기 위하여 구조물, 기기 및 차폐 등의 설계시 활용된다. 설계 고려사항은 12.1.2절에 기술된 바와 같이 가동중인 발전소의 운전경험 자료에 근거한 것이다.

방사선안전부서장은 방사선안전관리절차서를 작성, 관리하고, 발전소장은 종사자의 안전을 보장하기 위한 운영계획을 수립하고 이를 지시 및 지휘한다. 모든 종사자는 부여된 업무를 안전하게 수행하는데 필요한 훈련을 받는다.

### 12.1.3.1 ALARA를 위한 일반 고려사항

다음에 기술되는 내용은 발전소 운영시 ALARA를 위한 일반적 방법이며 절차서에 반영할 상세 사항에 대해서는 12.5절에 기술된다.

- 가. 고방사선구역과 인접한 일상작업구역(저방사선구역)에는 차폐벽과 같은 영구적인 차폐설비를 설치한다. 배관 차폐를 위한 납 담요 또는 기기 주위 차폐를 위한 콘크리트 벽돌 등 임시차폐체를 필요한 구역에 비치한다. 임시차폐체는 차폐체 설치 및 제거시 받는 방사선량을 포함하여 작업시의 총 피폭선량이 효과적으로 저감되는 경우에만 사용한다.
- 나. 화학 및 체적제어계통, 정지냉각계통, 액체방사성폐기물관리계통, 각종 펌프, 여과기 및 탈염기 등과 같이 크러드의 축적 가능성이 있는 계통 및 기기에는 잠재적인 고방사성입자의 침적을 제거하기 위하여 세척용 설비를 설치한다. 이들 계통 및 기기에 대한 정비작업 수행 전에 세척 또는 화학제염을 실시하여 방사성물질을 제거함으로써 방사선준위를 감소시키고, 결과적으로 종사자의 피폭선량을 감소시키게 된다.
- 다. 절차가 복잡한 작업 또는 고방사선 작업에 대해서는 작업종사자들이 작업에 익숙하도록 실제 작업환경과 동일한 조건하에서 모의 작업훈련 및 실습을 실시한다. 이러한 방법은 작업종사자의 업무능력을 향상시키며 방사선 구역 내에서 작업시간을 단축시키게 된다. 관련 경험은 문서화하여 차후 유사작업 수행시 활용되도록 한다.
- 라. 기기설명서 및 작업절차서 숙지, 공구 조정, 밸브 내부수리 및 기기의 1차 조립 등과 같은 작업은 가능한 한 방사선구역 외부에서 수행한다.

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

- 마. 방사선구역 내에서 장시간이 요구되는 작업시에는 전화 또는 폐쇄회로 텔레비전을 설치하여 방사선구역 외부에서 작업 진행을 감독할 수 있도록 한다.
- 바. 방사선구역 내에서의 작업시간을 단축할 수 있도록 작업능률을 높이고 오류를 방지하기 위한 특수공구를 사용한다. 이들 특수 공구는 작업종사자가 방사선 원으로부터 멀리 떨어져서 작업을 할 수 있도록 함으로써 작업종사자의 피폭선량을 줄일 수 있도록 하며 이들 공구의 설치 및 제거시 받는 피폭선량을 포함하여 총 피폭선량이 효과적으로 저감되는 경우에만 사용된다.
- 사. 종사자들이 관리구역 작업용품의 착용 또는 탈의를 위하여 장시간의 체류를 요하는 출입통제소는 청정구역으로 설정하고, 이 지역으로의 오염확산을 엄격히 제한한다.
- 아. 관리구역작업복 및 호흡방호장구는 착용에 따른 불편함을 최소화하여 작업능률을 높임으로써 방사선구역에서의 체류 시간을 감소시킬 수 있도록 선정 및 운영해야 한다.
- 자. 고오염 기기에서의 작업시 오염확산 방지를 위하여 장갑 및 텐트 등을 사용한다.
- 차. 업무수행에 지장을 주지 않는 한 종사자는 저방사선구역에 체류하도록 한다.
- 카. 작업중 작업종사자 스스로가 피폭선량을 확인할 수 있도록 선량계를 지급하며, 작업조건에 따라 선량계 착용위치를 변경 또는 다수의 선량계를 착용토록 한다.
- 타. 매우 높은 방사선구역에서의 작업시는 시계를 사용하여 총 피폭시간을 감시한다. 이를 통하여 방사선구역에서 체류할 수 있는 제한시간을 초과하지 않도록 함으로써 방사선안전관리선량 및 법적 선량한도를 초과하지 않게 된다.
- 파. 고방사선구역 내에서 많은 방사선량을 받는 주요 작업 수행시는 작업전에 작업계획을 수립한다.

### 12.1.3.2 방사선작업종사자 피폭을 ALARA로 유지하기 위한 설계특성

신고리 5,6호기 설계는 규제지침서 8.8 및 8.10의 권고사항 뿐만 아니라 과거 설계경험을 반영한다. 다음과 같은 설계특성은 정비작업이나 검사활동중에 종사자 피폭이 ALARA를 유지하는 것을 보장한다. 설계특성은 12.3절에서 상세히 설명되어 있다.



## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

가. 증기발생기 주변과 냉각재펌프 밀봉카트리지의 작업용 지지대 추가

나. 기기해체를 위한 충분한 공간 확보

다. 제거가능한 단열재

라. 이음매 없는 배관을 사용하여 용접부의 길이 단축

마. 일체형 원자로 상부구조물

가동중검사를 받는 계통이나 기기를 수용하고 있는 고방사선지역은 신속한 출입이 가능하도록 설계된다. 또한 정비와 검사를 용이하게 하기 위하여 기기 사이에 충분한 공간과 해체지역을 포함하도록 설계된다. 방사선안전관리원은 정비와 검사활동을 위하여 출입이 요구되는 지역의 방사선준위에 관한 정보를 종사자에게 제공한다.

가동중검사시 종사자피폭을 ALARA로 유지하기 위하여 다음과 같은 설계특성이 반영된다.

가. 가동중검사가 필요한 용접부에 근접한 관마개, 방진기, 배관지지장치는 용접부 접근성이 용이하도록 배치된다.

나. 용접부의 가동중검사를 피하기 위하여 일체형 단조기기와 접합부 없는 배관이 가능한 곳마다 채택된다. 이것은 가동중검사가 요구되는 배관의 용접부를 감소시킨다.

다. 방사성물질 함유 배관이나 기기에 대하여 벨크로(velcro) 고정구를 가진 블랭킷 형태 단열재가 선정되었다. 이러한 단열재는 용접부에 대한 가동중검사시 한 사람의 종사자에 의하여 간단히 제거될 수 있다.

라. 공기오염 발생 잠재성을 최소화시키기 위한 노력과 함께 공기오염의 확산 잠재성을 최소화하기 위하여 적절한 배기가 제공된다. 12.2.2절은 소내공기오염 농도를 결정하는 방법론을 구체적으로 제시한다. 12.3.1.4절에 공기오염제어에 대한 자세한 내용이 기술되어 있다.

중대한 방사선피폭을 유발할 수 있는 정비활동은 기존의 운전경험을 바탕으로 보다 정밀하게 계획되며, 적절한 장비와 숙련종사자를 활용하여 수행된다. 방사선관리구역 내에서 수행하는 활동에 대하여 작업허가서가 개개의 작업에 대하여 발행되며 이 작업허가서에는 방사선관리구역에서 작업하는 종사자가 지켜야 할 방사선 방호요건이 기술된다. 규제지침서 8.8에 제시된 것과 같은 특정한 방사선 피폭 감소기술이 적용가능한 곳마다 사용

된다.

12.1.4 참고문헌

1. 규제지침서 1.8, “인원선발 및 훈련”
2. 10 CFR 19 및 10 CFR 20
3. 규제지침서 8.8, “발전소종사자의 ALARA를 만족시키기 위한 지침”
4. NUREG-0737, “Clarification of TMI Action Plan Requirements”
5. 규제지침서 8.19, “원자력발전소 설계단계시 Man-Rem추정에 대한 작업상 방사선피폭 선량평가”
6. Standard Review Plan, SRP, Section 12.1
7. NUREG-0761, “Radiation Protection Plans for Nuclear Power Reactor Licensees”
8. 규제지침서 8.10, “발전소종사자의 ALARA를 만족시키기 위한 운전에 관한 지침”
9. 원자력안전법 시행령

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

### 12.2 방사선원

본 절은 차폐설계 계산의 기준이 되는 방사선원과 개인 방호설비 설계와 선량평가에 이용되는 공기 중 방사선원에 대해 기술한다.

#### 12.2.1 밀봉 선원

차폐설계 방사선원량은 원자로 전출력 운전 조건에서 핵연료 피복재 손상률 0.25 % 및 탈기기 미운전 방식의 가정에 근거하여 계산한다. 원자로냉각재 내 방사선원은 결합핵연료 피복재로부터 방출되는 핵분열생성물, 방사화생성물, 방사화부식생성물 모두가 포함된다. 대부분의 원자로냉각재계통에서는 방사화생성물인 N-16이 출력운전 동안의 차폐설계를 위한 주요 방사선원이다.

##### 12.2.1.1 원자로건물

###### 12.2.1.1.1 원자로 노심

정상운전 중 원자로 노심에서 방사되는 주요 방사선은 중성자와 감마선이다. 표 12.2-1과 표 12.2-2는 원자로공동에서의 원자로용기 중성자속과 감마선속을 나타내는데, 이 값의 계산에 사용된 변수들은 4장에 기술된 변수들과 일치한다. 표 12.2-3은 원자로정지와 가동중검사 동안의 차폐요건에 적용하기 위한 원자로가 정지된 후의 감마선속을 나타낸다. 이 중성자속과 감마선속 자료는 설계값이 아닌 전형적인 값이다.

###### 12.2.1.1.2 원자로냉각재계통

원자로냉각재계통에서의 방사선원은 핵연료에서 누출된 핵분열생성물과 원자로냉각재 내에 순환하고 있는 방사화생성물 및 부식생성물 모두를 포함한다. 원자로냉각재계통 내 차폐기준 방사선원량 계산에는 방사성핵종의 붕괴에너지, 반감기, 그리고 존재량 등이 복합적으로 고려된다.

차폐설계를 위한 원자로냉각재내 핵분열생성물의 방사능을 계산하는데 사용된 변수는 표 12.2-4에 기술되어 있으며, 원자로냉각재내 핵분열생성물의 농도를 결정하는데 사용한 계산 모형 및 기본적인 입력자료 등은 11.1.1.1절에 상세히 기술되어 있다. 표 12.2-4의 설계 변수를 이용하여 계산한 원자로냉각재의 비방사능은 표 12.2-5에 기술되어 있다.

원자로냉각재계통내 크러드의 최대 방사능에 대해서는 11.1.3.1절에 상세히 기술되어 있다. 장반감기 크러드의 방사능이 표 11.1-13에 있으며, 운전중인 발전소에서 측정한 1차계통 및 보조계통의 기기 표면에 침적된 방사성크러드 막의 두께는 표 12.2-6에 기술되어 있다. 원자로냉각재 내에서 순환하는 크러드의 비방사능은 표 12.2-5에 기술되어 있다.

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

$O^{16}(n,p)N^{16}$  반응에 의해 생성되는 N-16은 원자로냉각재펌프, 증기발생기 및 원자로냉각재 배관 등 원자로를 제외한 1차계통에서 가장 강력한 방사선원이다. N-16은 베타선 방출과 이의 78%에 해당하는 고에너지 감마선 방출을 하면서 붕괴하는데 감마선 에너지는 73%가 6.13 MeV, 5%가 7.10 MeV이며, 그 반감기는 7.13초이다. N-16 생성반응의 문턱에너지는 10.2 MeV이다. 다음의 수식과 원자로계통 변수에 근거하여 원자로냉각재계통 각 기기에서의 원자로냉각재의 N-16 방사능이 계산된다. 표 12.2-7은 1차측 냉각재루프의 여러 지점에서의 전형적인 원자로냉각재의 N-16 방사능을 나타낸다.

$$\text{Activity (Bq/cm}^3\text{)} = \frac{\Sigma\phi(1 - e^{-\lambda t_c}) e^{-\lambda t_r}}{1 - e^{-\lambda t_t}} \quad (12.2-1)$$

여기에서,

- $\Sigma\phi$  = 반응률( $5.02 \times 10^7$  reactions/cm<sup>3</sup>-sec)
- $t_c$  = 냉각재의 노심 통과시간(0.81 sec)
- $t_t$  = 냉각재가 1차 루프를 순환하는 시간(10.6 sec)
- $t_r$  = 냉각재가 유효노심 출구에서 대상지점을 통과할 때까지의 시간(sec)
- $\lambda$  = 붕괴상수( $0.097 \text{ sec}^{-1}$ )

### 12.2.1.1.3 주증기계통

증기발생기전열관의 누설률은  $9.54 \times 10^4$  cc/hr(0.6 gpm)을 가정하며 핵연료피복재 결함률은 0.25%를 가정한다. 증기발생기취출계통의 취출률은 주증기유량의 0.2%를 가정하며 복수탈염계통은 운전되지 않는다고 가정한다. 주증기계통의 방사선원 계산을 위한 기타 가정사항은 표 11.1-5와 같고 계산결과는 표 12.2-15와 같다.

### 12.2.1.1.4 사용후연료 취급과 이송

사용후연료집합체는 재장전을 위한 원자로정지 후 원자로건물 내에 장기간 존재하는 지배적인 방사선원이다. 방사선원의 계산에는 정격출력시 원자로 내 핵분열생성물 축적이 평형에 도달하는데 걸리는 원자로 운전시간과 최대 붕괴 방사선원을 생성하는 초기 핵연료 구성성분이 이용된다. 사용후연료 붕괴 감마 방사선원은 표 12.2-8에 기술되어 있다.

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

### 12.2.1.1.5 공정계통

#### 12.2.1.1.5.1 화학 및 체적제어계통

각 기기의 최대 예상방사능을 근거로 차폐설계가 이루어진다. 이런 선원은 표 12.2-9~표 12.2-12에 기술된다.

가. 열교환기(표 12.2-9 참조)

화학 및 체적제어계통의 모든 열교환기에 대한 총 방사능량은 튜브측 물의 체적(단, 재생열교환기는 쉘측도 포함)을 기준으로 한다.

나. 이온교환기(표 12.2-10 참조)

##### 1) 정화이온교환기

총 방사능량은 한 주기의 유효전출력운전일수의 120 % 동안 수지에 누적되는 방사능량을 기준으로 한다. 이 이온교환기는 원자로냉각재계통 유출수의 정화 및 리튬 제거용으로 사용된다. 리튬 제거용으로 한 주기 유효전출력운전일수의 평균 20 % 기간 동안 사용을 가정한다.

음이온은 제염계수가 100(제거율 99 %)이다. 크러드는 제염계수가 50(제거율 98 %)이다. 제논, 크립톤, 루비듐, 이트륨, 삼중수소 및 세슘을 제외한 모든 핵종은 제염계수가 50(제거율 98 %)이다. 이트륨, 삼중수소, 제논과 크립톤은 제염계수가 1(제거율 0 %)이다. 루비듐과 세슘은 제염계수가 2(제거율 50 %)이다. 처리되는 유체는 정상유출유량을 기준으로 한다.

##### 2) 붕소제거이온교환기

총 방사능량은 9.3.4절에 기술된 노심주기말의 붕소제거운전기간 동안 수지에 누적되는 방사능량을 기준으로 한다. 이 이온교환기는 노심 말기에 원자로냉각재 내 붕소농도를 감소시키기 위해 사용된다. 화학 및 체적제어계통에서 붕소 제어는 9.3.4절에서 상세히 기술된다. 음이온과 크러드를 제외한 모든 핵종은 제염계수가 1(제거율 0 %)이다. 음이온과 크러드는 제염계수가 10(제거율 90 %)이다. 처리되는 유체는 정상유출 유량을 기준으로 한다.

##### 3) 수용전이온교환기

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

총 방사능량은 한 주기의 유효전출력운전일수 동안 수지에 누적되는 방사능량을 기준으로 한다. 제논, 크립톤, 삼중수소, 이트륨, 루비듐, 세슘을 제외한 모든 핵종은 제염계수가 10(제거율 90%)이다. 루비듐 및 세슘은 제염계수가 100(제거율 99%)이다. 제논, 삼중수소, 이트륨, 크립톤은 제염계수가 1(제거율 0%)이다.

수용전이온교환기에 의해 처리되는 방사선원 유량은 정화이온교환기 및 정화필터로 처리된 유출수와 원자로배수탱크 및 기기배수탱크로부터 유입되는 유량을 기준으로 한다.

### 4) 봉산응축이온교환기

총 방사능량은 한 주기의 유효전출력운전일수 동안 수지에 누적되는 방사능량을 기준으로 한다. 음이온은 제염계수가 10(제거율 90%)이다. 크러드를 포함한 다른 모든 핵종들은 제염계수가 1(제거율 0%)이다. 처리유량은 정화이온교환기 및 정화필터로 처리된 유출수와 원자로배수탱크 및 기기배수탱크로부터의 유입량에 봉산농축기의 평균농축률을 고려한 유량을 기준으로 한다.

### 다. 필터(표 12.2-11 참조)

화학 및 체적제어시스템의 모든 필터에 대한 총 방사능량은 한 주기의 유효전출력운전일수 동안 누적되는 크러드의 방사능량을 기준으로 한다. 화학 및 체적제어시스템의 모든 필터는 제염계수 10(제거율 90%)으로 크러드를 제거한다.

### 라. 탱크(표 12.2-12 참조)

화학 및 체적제어시스템의 모든 탱크에 대한 총 방사능량은 한 주기의 유효전출력운전일수 동안 누적되는 방사능량을 기준으로 한다.

#### 12.2.1.1.5.2 증기발생기취출계통

증기발생기취출계통에 대한 방사선원은 표 12.2-15에 제시되어 있다. 이 방사선원은 12.2.1.1.3절에 기술된 1차 냉각재 누설률 및 핵연료결함률에 근거하여 계산된다. 취출률은 주증기유량의 1.0%를 가정한다.

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

### 12.2.1.1.5.3 복수탈염계통

복수탈염계통에 대한 방사선원은 표 12.2-15에 제시되어 있다. 이 방사선원은 12.2.1.1.3 절의 1차 냉각재 누설률 및 핵연료결함률에 근거하여 계산된다.

### 12.2.1.2 보조건물

#### 12.2.1.2.1 정지냉각계통

정지냉각계통의 펌프, 열교환기, 관련 배관은 방사성물질의 잠재적인 이동 경로이다. 발전소 정지중 펌프, 열교환기의 방사선원은 원자로정지 후 약 4시간 후부터 원자로냉각재의 유입에 의해 생성된다. 정지냉각계통의 최대 방사선원의 세기는 표 12.2-13에 기술되어 있다.

#### 12.2.1.2.2 1차측기기냉각수계통

1차측기기냉각수계통은 폐회로계통으로서 동 계통에 의해 냉각되는 방사성 계통의 열교환기 누설에 의해 오염된다. 1차측기기냉각수계통은 방사성물질의 누설을 감지할 수 있도록 설계되며  $3.7 \times 10^{-2} \text{ Bq/cc}$  정도의 방사능준위를 감지할 수 있다. 1차측기기냉각수계통은 1개 트레인에서 심각한 누설이 발생할 경우 이 트레인을 운전 정지시키고 다른 트레인을 사용하며 오염된 냉각수는 액체방사성폐기물관리계통으로 이송하여 처리한다. 이렇게 함으로써 1차측기기냉각수계통내의 방사성물질을 검출 가능한 방사능준위 이하로 유지시킨다.

#### 12.2.1.2.3 사용후연료 저장 및 이송

사용후연료 저장 및 이송지역의 주요 방사선원은 사용후연료집합체 및 관련 부식생성물이다. 사용후연료저장지역의 차폐설계는 최대 저장 가능한 개수의 사용후연료집합체가 저장되어 있다고 가정하여 수행한다.

#### 12.2.1.2.4 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통

사용후연료저장조 냉각 및 정화계통에서의 방사능 준위는 사용후연료저장조에 존재하는 방사능값을 기준으로 결정된다. 사용후연료저장조의 설계기준 비방사능은 표 12.2-14에 기술되어 있다.

사용후연료저장조에서 핵분열생성물 및 부식생성물의 비방사능은 재장전기간 초기에 평가된다. 핵연료재장전을 위한 정지과정에서 원자로냉각재계통이 약 2일간 냉각되었다고 가정한다. 이 기간 동안 1차 냉각재는 정화필터, 정화이온교환기, 수용전이온교환기, 탈

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

기기, 체적제어탱크를 통과하여 정화된다.

이것은 두 가지 목적으로 수행된다.

가. 탈기기에 의해 불활성 기체를 제거함으로써 원자로용기상부헤드 개방 후 원자로건물로 다량의 방사능이 방출되는 것을 방지하고

나. 이온교환 및 여과에 의해 사용후연료저장조 및 재장전수조로 유입될 수 있는 냉각재의 용존 핵분열생성물 및 부식생성물을 감소시킨다.

냉각이 종료된 후 원자로용기플랜지 상부의 냉각재는 일부 배수된다. 원자로용기상부헤드가 제거되고 재장전수조는 원자로건물내재장전수탱크로부터 약  $1.772 \times 10^6$  L(468,200 gal)의 물로 채워진다. 잔여 원자로냉각재는 재장전수조 및 사용후연료저장조의 물과 혼합된다. 재장전 후 사용후연료저장조는 격리되고 재장전수조의 물은 원자로건물내재장전수탱크로 회수된다. 이러한 일련의 작업과정을 고려하여 사용후연료저장조의 총 방사능을 결정한다. 표 12.2-14의 사용후연료저장조의 설계기준 값은 표 12.2-5의 원자로냉각재 설계기준 비방사능을 사용하여 계산된다. 사용후연료저장조의 방사능은 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통의 운전뿐만 아니라 재장전 시 붕괴에 의해서 연속적으로 감소된다. 사용후연료저장조는 저출력 및 저온상태이기 때문에 결합 핵연료 다발로부터의 누설이 방사능 농도에 미치는 영향은 없다.

### 12.2.1.3 터빈건물

터빈건물의 주요 방사선원은 복수탈염계통이다. 터빈건물과 관련한 방사선원은 표 12.2-15에 제시되어 있으며 정상운전시의 1차 냉각재방사능과 1차 냉각재 누설률을 근거로 계산된다. 복수탈염계통 이온교환수지에 대한 제염계수는 NUREG-0017에 제시된 값을 사용한다.

### 12.2.1.4 복합건물

방사성폐기물관리계통의 방사선원에는 노심 및 원자로냉각재계통에서 생성된 핵분열생성물과 방사화생성물이 포함된다. 방사성폐기물관리계통 기기들은 다양한 방사성핵종을 함유하고 있으며, 이들 기기의 방사능 준위는 방사성폐기물관리계통 구성기와 운전변수에 의하여 결정된다.

기체방사성폐기물관리계통에 대한 방사선원은 표 12.2-16에 제시되어 있다. 기체방사성폐기물관리계통 각 기기에 대한 방사선원은 표 12.2-5에 제시된 0.25 % 핵연료결합률을 가정한 원자로냉각재의 설계기준 방사선원을 사용하여 계산한다.



활성탄지연대에 누적되는 기체 방사능은 NUREG-0017의 방법을 적용하여 계산된 불활성기체에 대한 최대 설계기준 지연시간(Xe에 대해서는 45일, Kr에 대해서는 3.5일)을 가정하여 계산한다.

액체방사성폐기물관리계통에 대한 방사선원은 표 12.2-17 및 표 12.2-18에 제시되어 있다. 기기폐액탱크, 화학폐액탱크 및 바닥배수탱크 등에 대한 방사선원은 표 12.2-5에 제시되어 있는 원자로냉각재 방사능과 방사능분율(기기폐액탱크에 대해서는 0.14, 화학폐액탱크에 대해서는 0.011, 바닥배수탱크에 대해서는 0.13 가정)을 적용하여 계산한다. 액체방사성폐기물관리계통에 대한 방사선원은 DIJESTER 전산프로그램을 사용하여 계산한다. 이 전산프로그램은 방사성폐기물관리계통 내에서 방사능의 누적 및 붕괴효과를 고려할 수 있다. 액체방사성폐기물관리계통 탱크에 대한 방사선원은 표 12.2-17에 제시되어 있다. 방사성폐액을 처리하는 탈염기에 대한 방사능은 방사능 누적 및 붕괴모델을 사용하여 계산한다. 설계유량률은 표 11.2-2에 제시된 값을 사용하며 표 12.2-17에 제시된 유체에 대한 방사능을 사용한다. 탈염기내 수지의 교체 주기는 1년을 가정한다. 비록 방사성폐기물관리계통 여과기와 탈염기의 방사선원 및 교체주기는 매우 다양할 수 있으나 방사성폐기물관리계통의 운전으로 인한 종사자피폭을 ALARA로 유지할 수 있도록 방사선량률이 적정한 수준 이상으로 높아지면 교체한다. 액체방사성폐기물관리계통 기기에 대한 방사선원은 표 12.2-18에 제시되어 있다.

고체방사성폐기물관리계통에 대한 방사선원은 표 12.2-19에 제시되어 있다. 폐수지장기 저장탱크에 대한 방사선원은 표 12.2-10에 제시되어 있는 화학 및 체적제어계통의 폐수지에 대한 방사능을 기준으로 계산된다. 폐수지저장탱크에 대한 방사선원은 표 12.2-18에 제시되어 있는 액체방사성폐기물관리계통 기기에 대한 방사선원을 기준으로 계산된다.

#### 12.2.1.5 설계기준사고시 방사선원

사고분석과 관련되는 설계변수 및 방사선원항은 15장에 기술된다.

#### 12.2.1.6 저장방사능

방사성물질을 함유하고 있는 옥외탱크로는 수용탱크, 원자로보충수 탱크, 봉산저장탱크가 있으며 이들 탱크 구조물의 표면선량률은 0.001 mSv/hr를 초과하지 않는다.

사용후연료는 소외로 반출하기 위해 사용후연료 수송용기에 넣기 전까지는 사용후연료저장조에 저장된다. 액체방사성폐기물관리계통에서 발생하는 폐여과기, 폐수지 및 슬러지는 복합건물에 저장된다. 발전소 내에 방사성폐기물을 저장하는 지역은 구조물 외부에서의 방사선량률이 방사선구역 1 이하를 만족하도록 차폐한다. 만약 구조물 외부에서의 방사선준위가 설계 방사선준위 한도를 초과하거나 또는 발전소건물의 외부 구조물에 방사성폐기물을 임시로 저장하는 경우에는 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

에 관한 기준) 및 규제지침서 8.8의 요건을 만족할 수 있도록 적절한 방사선방호수단이 고려되어야 한다.

### 12.2.1.7 배관배치설계

방사성배관은 외부에 배치하지 않으며 정해진 절차에 따라 배치된다. 방사성배관을 배치하는 절차는 규제지침서 8.8의 요건에 따라 종사자 방사선피폭선량을 ALARA로 유지하기 위한 것이다.

방사성배관의 배치기준은 다음과 같다.

- 가. 방사성배관은 차폐배관로를 통하여 배치한다.
- 나. 방사성 액체, 기체 또는 슬러리를 함유하는 계통은 관련 계통과 인접하도록 배치하여 방사성 배관길이를 줄이며 방사성배관이 종사자접근 통로로 배치되지 않도록 한다.
- 다. 부식생성물의 축적을 방지하기 위해 물이 고이지 않도록 배관을 배치한다. 또한 세척 및 제염 설비를 갖춘다.

### 12.2.2 공기 중 방사선원

발전소 내에서 공기 중 방사능물질의 생성원은 다음과 같다.

- 가. 밸브 또는 펌프와 같은 기기로부터 방사성 유체의 누설
- 나. 삼중 수소수의 증발

방사성 유체의 누설을 최소화하도록 설계한다. 그러나 펌프, 밸브시스템 및 플랜지에서 누설되는 방사성유체를 완벽하게 막을 수는 없다. 공기 중 방사선원은 NUREG-0017의 권고사항을 적용하여 기기 형태, 누설원(밸브, 펌프 및 플랜지)의 수, 유체의 방사능준위 등을 고려하여 계산한다.

사용후연료저장조와 같은 대형 수조에서 증발되는 삼중수소수는 공기 중 삼중수소의 주요 생성원이다. 증발률은 수조온도, 수조상부에서의 풍속 및 상대습도 등에 따라 달라진다.

발전소 내 종사자가 체류할 가능성이 있는 격실의 공기 중 방사능농도는 관련 규제요건을 만족하도록 설계한다. 발전소 설계가 관련규제요건을 만족하기 위한 설계기준은 다음

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

과 같다.

- 가. 종사자가 상시 체류 가능한 지역에 대해서는 공기 중 방사능농도를 유도공기 중농도의 10 % 이하로 유지
- 나. 공기 중 오염확산을 방지하기 위한 밀폐 및 환기시설 완비
- 다. 공기 중 오염가능성이 있는 종사자 체류구역에 대해서는 공기 중 방사선감시기 설치. 해당 방사선감시기계통에 대해서는 11.5절에 기술된다.

### 12.2.2.1 공기 중 방사능물질의 생성

방사성물질은 증발 또는 부유된 물방울 혹은 수증기에 부착되어 공기 중 방사능이 된다. 수증기는 고압고온수를 함유하는 고에너지배관에서 누설되며 부유된 물방울은 누설 또는 분사에 의해 생성된다. 증발은 정제된 물이 있는 곳에서는 어디서든지 발생한다. 공기 중 방사성물질의 생성원 및 생성 방법은 다음과 같다.

<u>생성원</u>	<u>생성 방법</u>
사용후연료저장조	증발
방사성폐기물 함유계통	증발(배기)
고에너지배관 누설	증기, 증발
고에너지배관 분사	증기, 물방울, 증발
중에너지배관 누설	물방울, 증발
범람(spill)	물방울, 증발

정상운전중 공기 중 방사능의 주된 생성 요인으로는 화학 및 체적제어계통에서의 누설, 사용후연료저장조에서의 증발, 방사성폐기물관리계통에서의 누설, 방사성폐기물함유 탱크의 배기 및 공기정화배기계통의 누출 등이 고려된다. 이들 이외에 비교적 적은 영향을 미치는 요인으로는 세척설비와 제염도구 및 장비, 오염된 방호복, 시료채취 및 분석 등이 있다.

한편, 공기 중 방사능은 방사성물질의 범람 또는 누설, 배기계통의 고장, 배관의 파열 또는 파단, 펌프와 밸브 밀봉부의 손상 및 기기 오작동 등 비정상적 사건에 의해서도 생성

될 수 있다.

#### 12.2.2.2 정상시 접근가능구역의 공기 중 방사선원

일반접근구역은 배기시스템의 고장 또는 인접구역 방사성물질의 범람에 의해서만 공기 중 방사성물질로 오염된다. 배기시스템의 공기유로는 공기 중 방사능이 낮은 지역에서 높은 지역으로 흐르도록 설계된다. 배기시스템은 실험실, 정비지역 및 원자로건물의 공기 중 방사능을 관리하도록 설계된다.

일반적으로 발전소 종사자는 비교적 공기 중 방사능이 높은 구역에서 빈번한 정비작업을 수행하여야 하기 때문에 정비작업 중 종사자가 받는 내부피폭선량이 종사자의 총 내부피폭선량 중 상당 부분을 차지하게 된다. 공기 중 방사능은 방사성 물질을 함유한 시스템의 누설, 범람, 배기 등에 의해 생성되나, 가장 일반적 생성 요인인 누설과 배기의 경우에 대해서만 주로 계산된다.

#### 12.2.2.3 운전중 공기 중 방사능 농도

격실 내 공기 중 방사능농도는 12.2.2.3.1절에 기술되어 있는 방법을 적용하여 계산된다. 공기 중 불활성기체, 삼중수소 및 요오드의 농도는 원자로건물 대기, 보조건물과 복합건물 내 정상시 접근가능 격실에 대하여 유도공기중농도의 비로서 계산된다. 또한 각 격실에 대한 최대 누설 및 환기유량 역시 주어진다. 12.2.2.2절에 기술된 비정상 상황을 제외하고 정상운전시 일반접근구역의 공기 중 방사능농도는 매우 낮은 값을 갖는다. 보조건물과 복합건물 내의 주요 격실별 공기 중 방사능농도 및 유도공기중농도와의 비는 표 12.2-20과 같다.

##### 12.2.2.3.1 공기 중 방사능농도 계산에 사용되는 매개변수와 모델

정상운전시 각 격실 내 평형상태의 공기 중 방사능농도는 다음과 같이 계산된다.

$$C_A = \frac{LCP}{\lambda V + F}$$

여기서,

$C_A$  : 각 격실 내 공기 중 방사능농도, Bq/cc

$L$  : 액체 누설률, cc/min

$C$  : 액체 또는 기체의 방사능농도, Bq/cc

$P$  : 공기중으로 부유되는 방사능 비

$\lambda$  : 붕괴상수,  $\text{min}^{-1}$

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

V : 격실 체적,  $\text{cm}^3$

F : 격실 배기율,  $\text{cm}^3/\text{min}$

위 식은 격실로 유입되는 공기 중에 방사성물질이 없으며, 평형상태라는 가정하에 미분방정식을 풀어서 얻은 해이다. 대상 지역에 유입되는 공기 중에 방사성물질이 포함될 경우에는 기본 미분방정식에 부가적인 항을 추가시킨 수정 미분방정식으로부터 공기 중 평형 방사능농도를 계산한다.

### 12.2.3 사고시 차폐의 적절성을 검증하기 위해 사용되는 방사선원

NUREG-0737, II.B.2에서는 사고 후 종사자 접근이 필요한 지역 또는 안전성관련 기기가 있는 지역에 대해 사고 후 고방사성물질을 함유하는 계통의 주변을 적절히 차폐할 것을 요구하고 있다.

사고로 인해 고방사성물질을 함유하는 계통에 대한 차폐의 적절성 평가는 12.3.2절에 기술된 방법을 사용하여 수행한다.

사고시 차폐분석을 위해 사용되는 방사선원은 NUREG-0737, II.B.2에 기술된 바와 같이 기체를 함유한 계통에 대해서는 노심재고량 중 불활성기체 100 %와 할로젠 핵종 25 %를, 액체를 함유한 계통에 대해서는 노심재고량 중 할로젠 핵종 50 %와 입자성 핵종 1 %를 적용한다. 이 방사선원은 감압계통의 특성을 나타낸다.

사고 후 체류를 요구하는 지역(필수구역) 및 체류기간을 검증한다.

이 방사선원은 12.3절에 기술된 전산프로그램을 사용하여 아래와 같은 사고 후 차폐의 적절성을 평가하기 위하여 사용된다.

가. 사고 후 종사자가 사고완화조치를 취하기 위한 필수구역으로의 접근성

나. 안전성관련 기기에 대해 기기가 설치된 지역의 방사선조건하에서 기기검증

간헐적인 접근을 요구하는 필수구역은 원자력안전법 시행령 별표 1에 따라 사고기간 동안의 방사선피폭이 유효선량한도 50 mSv 이하를 만족하도록 적절히 차폐하여야 한다. 주제어실과 같이 연속적인 체류를 요구하는 필수구역에 대해서는 NUREG-0737, II.B.2 요건에 따라 30일 동안 평균 0.15 mSv/hr 선량을 이하를 만족하도록 하여야 한다.

### 12.2.4 참고문헌

1. NUREG-0017, "Calculation of Releases of Radioactive Materials in Gaseous and

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

Liquid Effluents from Pressurized Water Reactors", U.S. NRC, April 1985.

2. NUREG-1465, "Accident Source Terms for Light Water Nuclear Power Plants," Dec. 1994.
3. DIJESTER, "A Program to Compute Radioactive Decay in Fluid Flow Systems," Program No. 9.8. 060-1.0, D. J. Pichurski, April 1976.

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 12.2-1

원자로용기 외부에서의 최대 중성자속<sup>1)</sup>

평균 에너지(eV)	중성자속(n/cm <sup>2</sup> -sec)	평균 에너지(eV)	중성자속(n/cm <sup>2</sup> -sec)
1.58E+07	3.84E+05	2.40E+05	1.88E+09
1.32E+07	1.04E+06	1.47E+05	1.90E+09
1.11E+07	3.78E+06	8.92E+04	1.23E+09
9.30E+06	6.69E+06	5.41E+04	9.14E+08
8.01E+06	9.76E+06	3.64E+04	3.04E+08
6.74E+06	2.03E+07	2.89E+04	1.82E+08
5.52E+06	2.79E+07	2.51E+04	5.46E+08
4.32E+06	5.00E+07	2.30E+04	3.50E+08
3.35E+06	4.00E+07	1.85E+04	5.96E+08
2.87E+06	3.17E+07	1.11E+04	7.74E+08
2.60E+06	3.94E+07	5.23E+03	7.96E+08
2.42E+06	2.00E+07	2.47E+03	6.63E+08
2.36E+06	6.20E+06	1.02E+03	1.03E+09
2.29E+06	3.13E+07	3.34E+02	5.40E+08
2.08E+06	8.73E+07	1.58E+02	5.33E+08
1.79E+06	1.22E+08	6.93E+01	6.54E+08
1.50E+06	2.07E+08	2.40E+01	7.57E+08
1.18E+06	4.96E+08	7.86E+00	4.19E+08
9.12E+05	5.06E+08	3.45E+00	5.34E+08
7.82E+05	2.31E+08	1.37E+00	3.89E+08
6.75E+05	1.04E+09	6.45E-01	3.55E+08
5.53E+05	1.01E+09	2.57E-01	7.95E+08
4.33E+05	9.84E+08	5.00E-02	3.06E+09
3.33E+05	1.53E+09		

1) 노심의 중간 높이 부분, 원자로용기 외부에서 15.24 cm(0.5 ft) 떨어진 곳

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 12.2-2

원자로용기 외부에서의 최대 감마선속<sup>1)</sup>

평균 감마에너지(eV)	감마선속( $\gamma$ /cm <sup>2</sup> -sec)
1.20E+07	3.75E+05
9.00E+06	1.29E+08
7.50E+06	5.21E+08
6.50E+06	3.45E+08
5.50E+06	2.79E+08
4.50E+06	4.19E+08
3.50E+06	5.14E+08
2.50E+06	9.83E+08
1.75E+06	7.36E+08
1.25E+06	7.71E+08
9.00E+05	5.04E+08
7.50E+05	2.48E+08
6.50E+05	2.97E+08
5.00E+05	1.32E+09
3.00E+05	2.08E+09
1.50E+05	1.81E+09
8.00E+04	4.80E+08
4.50E+04	3.05E+07
2.50E+04	3.45E+05
1.50E+04	1.42E+05

1) 노심의 중간 높이 부분, 원자로용기 외부에서 15.24 cm(0.5 ft) 떨어진 곳



## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 12.2-3

원자로용기 외부에서의 원자로정지 후 감마선속

평균 감마에너지(eV)	붕괴 방사선( $\gamma/\text{cm}^2\text{-sec}$ ) <sup>1)</sup>	물질의 방사화( $\gamma/\text{cm}^2\text{-sec}$ ) <sup>1)</sup>
4.50E+06	0.00E+00	4.20E+02
3.50E+06	9.11E+02	4.45E+01
2.50E+06	9.70E+04	8.59E+05
1.75E+06	1.95E+05	1.33E+05
1.25E+06	3.03E+05	9.02E+06
9.00E+05	1.67E+05	1.60E+06
7.50E+05	9.73E+04	6.65E+05
6.50E+05	1.11E+05	7.38E+05
5.00E+05	2.89E+05	2.06E+06
3.00E+05	5.03E+05	4.98E+06
1.50E+05	4.21E+05	3.99E+06
8.00E+04	1.05E+05	1.03E+06
4.50E+04	5.25E+03	5.31E+04
2.50E+04	1.09E+00	1.10E+01
1.50E+04	0.00E+00	0.00E+00

1) 노심의 중간 높이 부분, 원자로용기 외부에서 15.24 cm(0.5 ft) 떨어진 곳, 원자로 정지로부터 48시간 지난 후

# 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 12.2-4

## 원자로냉각재 내 핵분열생성물 방사능분석 기준

변수	최대
노심출력준위(MWt)	4,063
평형노심 주기	5
평형노심주기길이(EFPD)	480
열중성자속( $n/cm^2\text{-sec}$ )	$6.32E+13$
평균핵분열률(fission/MWt-sec)	$3.12E+16$
손상된 핵연료 비율(fraction)	$0.25E-02$
가압기 포함 원자로냉각재 질량(kg)	$3.00E+05$
노심내 냉각재와 원자로계통내 냉각재 부피의 비율(fraction)	0.073
정화유량(kg/sec)	5.02
붕소농도 감소율(ppm/sec)	$2.60E-05$
노심 주기초의 붕소농도(ppm), 최소	1,110
이온교환기 및 탈기기의 제거 효율	
CVCS 정화 이온교환기	
Xe, Kr, 삼중수소	0.0
Cs, Rb	0.5
음이온	0.99
그 외의 핵종	0.98
CVCS 탈기기	
Xe, Kr	0.999
그 외의 핵종	0.0
CVCS 탈기기 운전	미운전
핵분열생성물의 누설률계수( $\text{sec}^{-1}$ )	
Xe, Kr	$6.50E-08$
I, Br, Rb, Cs	$1.30E-08$
Mo	$2.00E-09$
Te	$1.00E-09$
Sr, Ba	$1.00E-11$
Y, Zr, Nb, Tc, Ru, La, Ce	$1.60E-12$

# 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 12.2-5

원자로냉각재 평형농도

(노심출력: 4,063 MWt, 핵연료손상률: 0.25 %, 탈기기 미운전)

핵종	비방사능(Bq/g)	핵종	비방사능(Bq/g)
Kr-85m	1.04E+04	Co-60	2.10E+01
Kr-85	4.44E+04	Zn-65	2.02E+01 <sup>2)</sup>
Kr-87	8.14E+03	Sr-89	3.26E+01
Kr-88	2.26E+04	Sr-90	2.18E+00
Xe-131m	4.44E+04	Sr-91	4.81E+01
Xe-133m	2.70E+03	Y-91m	2.81E+01
Xe-133	2.89E+06	Y-91	4.81E+00
Xe-135m	5.92E+03	Y-93	1.15E+00
Xe-135	5.92E+04	Zr-95	1.54E+01 <sup>2)</sup>
Xe-137	1.37E+03	Nb-95	5.18E+00
Xe-138	5.18E+03	Mo-99	2.81E+03
Br-84	1.96E+02	Tc-99m	1.63E+03
I-131	2.48E+04	Ru-103	1.74E+00
I-132	6.66E+03	Ru-106	7.40E-01
I-133	3.52E+04	Ag-110m	5.15E+01 <sup>2)</sup>
I-134	4.07E+03	Te-129m	5.92E+01
I-135	2.00E+04	Te-129	6.29E+01
Rb-88	2.29E+04	Te-131m	2.81E+02
Cs-134	3.52E+03	Te-131	1.11E+02
Cs-136	4.81E+02	Te-132	1.96E+03
Cs-137	4.07E+03	Ba-137m	3.70E+03
N-16	8.22E+06 <sup>1)</sup>	Ba-140	4.07E+01
H-3	1.30E+05	La-140	1.37E+01
Na-24	1.81E+03 <sup>2)</sup>	Ce-141	1.52E+00
Cr-51	5.48E+02	Ce-143	4.07E+00
Mn-54	6.34E+01 <sup>2)</sup>	Ce-144	4.44E+00
Fe-55	4.75E+01 <sup>2)</sup>	W-187	9.70E+01 <sup>2)</sup>
Fe-59	1.19E+01 <sup>2)</sup>	Np-239	8.62E+01 <sup>2)</sup>
Co-58	1.82E+02 <sup>2)</sup>		

1) 원자로용기 출구노즐에서의 값

2) 예상 방사선원항 자료(ANSI/ANS 18.1-1984)에 근거한 값

# 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 12.2-6

원자로계통에 침적된 크러드 막의 평형 두께

위치	두께(g/cm <sup>2</sup> )
원자로용기내부, 배관 및 증기발생기 입구측 공간	1.0E-03
가압기	
- 하부헤드	6.5E-04
- 밀림관	1.2E-03
제어봉구동장치, 원자로용기상부헤드 노내계측기 상부	3.0E-04
증기발생기 전열관	1.0E-04
재생열교환기	3.5E-04
유출수열교환기	3.0E-05
정지냉각열교환기	3.0E-05
충전펌프 최소유량 열교환기	3.0E-05
정지냉각펌프 최소유량 열교환기	3.0E-05
사용후연료저장조 열교환기	3.0E-06

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 12.2-7

N-16 방사능

위치	방사능(Bq/g)
원자로용기 출구 노즐	8.22E+06
원자로용기 출구(중간점)	8.13E+06
증기발생기(중간점)	5.68E+06
원자로냉각재펌프(중간점)	3.78E+06
원자로용기 입구(중간점)	3.61E+06

12.2-19

# 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 12.2-8

사용후연료 감마선원  
(MeV/Watt-sec)

평균에너지 (MeV)	원자로정지 후 경과시간				
	50 시간	100 시간	200 시간	500 시간	1000 시간
1.00E-02	2.04E+08	1.31E+08	6.94E+07	3.50E+07	2.60E+07
3.00E-02	1.62E+08	1.25E+08	8.86E+07	5.23E+07	3.60E+07
5.50E-02	1.37E+08	1.02E+08	7.08E+07	4.36E+07	3.16E+07
8.50E-02	2.69E+08	1.93E+08	1.15E+08	5.05E+07	3.07E+07
1.20E-01	1.11E+09	6.38E+08	2.37E+08	5.87E+07	4.38E+07
1.70E-01	3.10E+08	2.51E+08	1.91E+08	1.30E+08	8.84E+07
3.00E-01	2.21E+09	1.39E+09	6.79E+08	2.22E+08	1.04E+08
6.50E-01	8.52E+09	7.02E+09	5.77E+09	4.40E+09	3.46E+09
1.13E+00	1.28E+09	9.12E+08	5.90E+08	2.91E+08	1.44E+08
1.58E+00	3.16E+09	2.81E+09	2.22E+09	1.12E+09	3.84E+08
2.00E+00	3.20E+08	2.72E+08	2.12E+08	1.23E+08	6.18E+07
2.40E+00	2.38E+08	2.13E+08	1.72E+08	8.80E+07	3.04E+07
2.80E+00	4.13E+06	3.62E+06	2.95E+06	1.69E+06	8.20E+05
3.25E+00	1.87E+06	1.71E+06	1.40E+06	7.50E+05	2.94E+05
3.75E+00	6.66E+01	5.27E+01	5.24E+01	5.12E+01	4.94E+01
4.25E+00	9.58E+00	6.75E+00	6.72E+00	6.63E+00	6.49E+00
4.75E+00	2.77E+01	4.38E+00	4.36E+00	4.30E+00	4.20E+00
5.50E+00	4.77E+00	4.59E+00	4.57E+00	4.50E+00	4.40E+00

12.2-20

# 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 12.2-9 (2 중 1)

화학 및 체적제어계통 열교환기 방사능 재고량, 최대값(Bq)  
 (노심출력: 4,063 MWt, 핵연료손상률: 0.25 %, 탈기기 미운전)

<u>핵종</u>	<u>유출</u>	<u>재생</u>	<u>충전펌프 최소유량</u>
H-3	3.5E+10	2.6E+10	1.9E+10
N-16	1.4E+11	7.5E+10	0.0E+00
Kr-85m	2.8E+09	2.0E+09	1.5E+09
Kr-85	1.2E+10	8.9E+09	6.5E+09
Kr-87	2.2E+09	1.5E+09	1.1E+09
Kr-88	6.1E+09	4.3E+09	3.2E+09
Xe-131m	1.2E+10	8.9E+09	6.5E+09
Xe-133m	7.3E+08	5.4E+08	3.9E+08
Xe-133	7.8E+11	5.8E+11	4.2E+11
Xe-135m	1.6E+09	9.3E+08	6.5E+08
Xe-135	1.6E+10	1.2E+10	8.5E+09
Xe-137	3.7E+08	1.8E+08	1.2E+08
Xe-138	1.4E+09	8.0E+08	5.6E+08
Br-84	5.3E+07	5.2E+06	2.4E+05
Rb-88	6.2E+09	2.1E+09	1.3E+09
Sr-89	8.8E+06	9.3E+05	9.5E+04
Sr-90	5.9E+05	6.2E+04	6.4E+03
Sr-91	1.3E+07	1.4E+06	1.4E+05
Y-91m	7.6E+06	5.0E+06	3.6E+06
Y-91	1.3E+06	9.6E+05	7.0E+05
Y-93	3.1E+05	2.3E+05	1.7E+05
Zr-95	4.2E+06	4.4E+05	4.5E+04
Nb-95	1.4E+06	1.5E+05	1.5E+04
Tc-99m	4.4E+08	4.6E+07	4.7E+06
Mo-99	7.6E+08	8.0E+07	8.2E+06
Ru-103	4.7E+05	5.0E+04	5.1E+03
Ru-106	2.0E+05	2.1E+04	2.2E+03
Ag-110m	1.4E+07	1.5E+06	1.5E+05

# 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 12.2-9 (2 중 2)

<u>핵종</u>	<u>유출</u>	<u>재생</u>	<u>충전펌프 최소유량</u>
Te-129m	1.6E+07	1.6E+06	8.6E+04
Te-129	1.7E+07	1.7E+06	8.3E+04
I-131	6.7E+09	6.6E+08	3.6E+07
Te-131m	7.6E+07	7.5E+06	4.1E+05
Te-131	3.0E+07	2.9E+06	1.3E+05
Te-132	5.3E+08	5.2E+07	2.9E+06
I-132	1.8E+09	1.8E+08	9.2E+06
I-133	9.5E+09	9.4E+08	5.1E+07
I-134	1.1E+09	1.1E+08	5.3E+06
Cs-134	9.5E+08	4.0E+08	2.6E+08
I-135	5.4E+09	5.3E+08	2.9E+07
Cs-136	1.3E+08	5.4E+07	3.5E+07
Cs-137	1.1E+09	4.6E+08	3.0E+08
Ba-140	1.1E+07	1.2E+06	1.2E+05
La-140	3.7E+06	3.9E+05	4.0E+04
Ce-141	4.1E+05	4.3E+04	4.4E+03
Ce-143	1.1E+06	1.2E+05	1.2E+04
Ce-144	1.2E+06	1.3E+05	1.3E+04
Na-24	4.9E+08	5.1E+07	5.2E+06
Cr-51	1.5E+08	1.6E+07	1.6E+06
Mn-54	1.7E+07	1.8E+06	1.8E+05
Fe-55	1.3E+07	1.4E+06	1.4E+05
Fe-59	3.2E+06	3.4E+05	3.5E+04
Co-58	4.9E+07	5.2E+06	5.3E+05
Co-60	5.7E+06	6.0E+05	6.1E+04
Zn-65	5.5E+06	5.8E+05	5.9E+04
Ba-137m	1.1E+09	4.6E+08	3.0E+08
W-187	2.6E+07	2.8E+06	2.8E+05
Np-239	2.3E+07	2.5E+06	2.5E+05



# 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 12.2-10 (2 중 1)

화학 및 체적제어계통 이온교환기 방사능 재고량, 최대값(Bq)  
(노심출력: 4,063 MWt, 핵연료손상률: 0.25 %, 탈기기 미운전)

핵종	정화	불소제거	수용전	불산응축
H-3	1.5E+11	1.5E+11	1.4E+11	1.3E+11
N-16	5.4E+08	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Kr-85m	1.2E+10	1.2E+10	1.1E+10	1.4E+02
Kr-85	5.0E+10	5.0E+10	4.9E+10	3.1E+04
Kr-87	9.2E+09	9.2E+09	8.6E+09	3.2E+01
Kr-88	2.5E+10	2.5E+10	2.4E+10	2.0E+02
Xe-131m	5.0E+10	5.0E+10	4.8E+10	1.6E+04
Xe-133m	3.0E+09	3.0E+09	2.9E+09	4.1E+02
Xe-133	3.3E+12	3.3E+12	3.1E+12	6.0E+05
Xe-135m	6.7E+09	6.7E+09	6.2E+09	5.0E+00
Xe-135	6.7E+10	6.7E+10	6.2E+10	1.7E+03
Xe-137	1.5E+09	1.5E+09	1.4E+09	3.0E-01
Xe-138	5.8E+09	5.8E+09	5.4E+09	3.9E+00
Br-84	2.7E+09	2.5E+07	3.1E+06	5.5E-01
Rb-88	1.0E+11	1.3E+10	1.6E+09	1.0E+02
Sr-89	1.0E+12	7.3E+05	2.3E+09	3.1E+02
Sr-90	4.4E+11	4.9E+04	1.0E+09	2.5E+01
Sr-91	1.2E+10	1.1E+06	1.7E+07	1.1E+01
Y-91m	3.2E+07	3.2E+07	3.0E+07	8.1E+01
Y-91	5.4E+06	5.4E+06	5.3E+06	4.2E+03
Y-93	1.3E+06	1.3E+06	1.2E+06	3.9E+01
Zr-95	6.2E+11	3.5E+05	1.4E+09	1.5E+02
Nb-95	1.1E+11	1.2E+05	2.5E+08	4.5E+01
Tc-99m	2.5E+11	3.7E+07	3.4E+08	2.4E+02
Mo-99	4.8E+12	6.3E+07	8.2E+09	4.8E+03
Ru-103	4.3E+10	3.9E+04	9.5E+07	1.6E+01
Ru-106	1.0E+11	1.7E+04	2.3E+08	8.2E+00
Ag-110m	5.9E+12	1.2E+06	1.4E+10	5.6E+02

# 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 12.2-10 (2 중 2)

핵종	정화	붕소제거	수용전	붕산응축
Te-129m	1.3E+12	4.1E+09	2.6E+09	1.9E+05
Te-129	1.9E+09	1.7E+07	2.2E+06	8.1E-01
I-131	1.2E+14	9.6E+11	2.2E+11	9.3E+06
Te-131m	2.1E+11	1.9E+09	2.9E+08	2.5E+03
Te-131	1.2E+09	1.1E+07	1.4E+06	1.9E-01
Te-132	4.0E+12	3.6E+10	6.3E+09	1.3E+05
I-132	4.0E+11	3.6E+09	4.6E+08	3.5E+02
I-133	1.9E+13	1.7E+11	2.5E+10	1.6E+05
I-134	9.2E+10	8.4E+08	1.1E+08	3.1E+01
Cs-134	3.5E+14	2.0E+09	6.1E+12	1.6E+04
I-135	3.5E+12	3.2E+10	4.2E+09	9.2E+03
Cs-136	2.3E+12	2.7E+08	3.9E+10	1.3E+03
Cs-137	5.0E+14	2.3E+09	8.6E+12	1.9E+04
Ba-140	3.2E+11	9.2E+05	6.6E+08	2.4E+02
La-140	1.4E+10	3.1E+05	2.3E+07	1.4E+01
Ce-141	3.1E+10	3.4E+04	6.7E+07	1.3E+01
Ce-143	3.5E+09	9.2E+04	5.4E+06	3.4E+00
Ce-144	5.4E+11	1.0E+05	1.2E+09	4.9E+01
Na-24	7.0E+11	4.1E+07	1.0E+09	6.7E+02
Cr-51	9.4E+12	7.2E+10	2.1E+10	4.5E+03
Mn-54	8.0E+12	1.1E+10	1.9E+10	7.0E+02
Fe-55	8.3E+12	8.0E+09	1.9E+10	5.3E+02
Fe-59	3.3E+11	1.7E+09	7.4E+08	1.1E+02
Co-58	8.0E+12	2.8E+10	1.8E+10	1.8E+03
Co-60	4.0E+12	3.6E+09	9.2E+09	2.4E+02
Zn-65	2.3E+12	4.5E+05	5.2E+09	2.2E+02
Ba-137m	5.0E+14	2.3E+09	8.6E+12	1.9E+04
W-187	6.0E+10	2.2E+06	8.9E+07	5.8E+01
Np-239	1.3E+11	1.9E+06	2.1E+08	1.2E+02

# 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 12.2-11 (2 중 1)

화학 및 체적제어계통 필터 방사능 재고량, 최대값(Bq)  
 (노심출력: 4,063 MWt, 핵연료손상률: 0.25 %, 탈기기 미운전)

<u>핵종</u>	<u>밀봉주입</u>	<u>원자로배수</u>	<u>분산</u>	<u>정화</u>	<u>원자로보충수</u>
H-3	9.8E+08	1.7E+09	9.7E+08	2.0E+09	1.9E+09
N-16	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.8E+08	0.0E+00
Kr-85m	7.7E+07	6.9E+07	0.0E+00	1.6E+08	7.1E-03
Kr-85	3.4E+08	5.7E+08	2.1E+03	6.7E+08	1.7E+02
Kr-87	5.6E+07	5.3E+07	0.0E+00	1.2E+08	4.6E-04
Kr-88	1.6E+08	1.5E+08	0.0E+00	3.4E+08	6.2E-03
Xe-131m	3.4E+08	4.9E+08	2.3E+02	6.7E+08	4.8E+01
Xe-133m	2.0E+07	2.3E+07	1.6E-02	4.1E+07	2.5E-01
Xe-133	2.2E+10	2.9E+10	1.0E+03	4.4E+10	8.2E+02
Xe-135m	3.4E+07	3.8E+07	0.0E+00	9.0E+07	1.5E-05
Xe-135	4.4E+08	4.1E+08	0.0E+00	9.0E+08	1.7E-01
Xe-137	6.3E+06	8.8E+06	0.0E+00	2.1E+07	2.4E-07
Xe-138	2.9E+07	3.3E+07	0.0E+00	7.8E+07	1.0E-05
Br-84	1.2E+04	1.3E+06	0.0E+00	3.0E+06	1.3E-06
Rb-88	6.6E+07	1.5E+08	0.0E+00	3.5E+08	3.4E-04
Sr-89	4.9E+03	4.0E+05	3.7E+03	4.9E+05	2.3E+00
Sr-90	3.3E+02	2.8E+04	1.9E+03	3.3E+04	3.7E-01
Sr-91	7.2E+03	3.3E+05	1.1E-13	7.3E+05	1.2E-03
Y-91m	1.9E+05	1.8E+05	0.0E+00	4.3E+05	7.6E-04
Y-91	3.6E+04	6.0E+04	5.9E+04	7.3E+04	3.4E+01
Y-93	8.6E+03	8.0E+03	1.1E-12	1.7E+04	4.4E-03
Zr-95	2.3E+03	1.9E+05	2.4E+03	2.3E+05	1.3E+00
Nb-95	7.8E+02	6.3E+04	3.5E+02	7.8E+04	2.8E-01
Tc-99m	2.4E+05	1.1E+07	0.0E+00	2.5E+07	1.6E-02
Mo-99	4.2E+05	2.5E+07	5.5E+01	4.3E+07	3.5E+00
Ru-103	2.6E+02	2.1E+04	1.4E+02	2.6E+04	1.0E-01
Ru-106	1.1E+02	9.5E+03	4.3E+02	1.1E+04	1.1E-01
Ag-110m	7.8E+03	6.6E+05	2.5E+04	7.8E+05	6.9E+00

# 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 12.2-11 (2 중 2)

<u>핵종</u>	<u>밀봉주입</u>	<u>원자로배수</u>	<u>붕산</u>	<u>정화</u>	<u>원자로보충수</u>
Te-129m	4.5E+03	7.2E+05	3.5E+03	9.0E+05	2.9E-01
Te-129	4.3E+03	4.1E+05	0.0E+00	9.5E+05	1.9E-06
I-131	1.9E+06	2.6E+08	5.9E+04	3.8E+08	2.1E+01
Te-131m	2.1E+04	2.2E+06	2.9E-03	4.3E+06	5.9E-03
Te-131	6.8E+03	7.2E+05	0.0E+00	1.7E+06	4.6E-07
Te-132	1.5E+05	1.8E+07	9.1E+01	3.0E+07	3.1E-01
I-132	4.8E+05	4.4E+07	0.0E+00	1.0E+08	8.3E-04
I-133	2.6E+06	2.6E+08	3.7E-03	5.3E+08	3.8E-01
I-134	2.7E+05	2.6E+07	0.0E+00	6.2E+07	7.3E-05
Cs-134	1.3E+07	4.5E+07	1.0E+06	5.3E+07	2.2E+02
I-135	1.5E+06	1.4E+08	0.0E+00	3.0E+08	2.2E-02
Cs-136	1.8E+06	5.4E+06	2.1E+03	7.3E+06	4.0E+00
Cs-137	1.5E+07	5.2E+07	1.5E+06	6.2E+07	2.8E+02
Ba-140	6.2E+03	4.6E+05	3.9E+02	6.2E+05	7.5E-01
La-140	2.1E+03	1.1E+05	5.5E-03	2.1E+05	6.3E-03
Ce-141	2.3E+02	1.8E+04	9.1E+01	2.3E+04	7.8E-02
Ce-143	6.1E+02	3.2E+04	2.2E-04	6.2E+04	1.3E-03
Ce-144	6.7E+02	5.7E+04	2.3E+03	6.7E+04	6.1E-01
Na-24	2.7E+05	1.3E+07	4.6E-07	2.7E+07	1.1E-01
Cr-51	5.7E+10	1.8E+10	5.9E+07	8.6E+12	5.2E+05
Mn-54	4.9E+10	1.6E+10	6.0E+08	7.4E+12	1.4E+06
Fe-55	5.0E+10	1.7E+10	8.5E+08	7.6E+12	1.6E+06
Fe-59	2.0E+09	6.4E+08	4.3E+06	3.0E+11	2.7E+04
Co-58	4.8E+10	1.6E+10	1.9E+08	7.3E+12	8.5E+05
Co-60	2.4E+10	8.0E+09	4.4E+08	3.6E+12	8.0E+05
Zn-65	3.1E+03	2.6E+05	9.7E+03	3.1E+05	2.7E+00
Ba-137m	1.5E+07	5.2E+07	1.5E+06	6.2E+07	2.8E+02
W-187	1.5E+04	7.4E+05	9.4E-05	1.5E+06	1.6E-02
Np-239	1.3E+04	7.5E+05	5.5E-01	1.3E+06	7.8E-02

# 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 12.2-12 (2 중 1)

화학 및 체적제어계통 탱크 방사능 재고량, 최대값(Bq)  
(노심출력: 4,063 MWt, 핵연료손상률: 0.25 %, 탈기기 미운전)

핵종	원자로배수	기기배수	체적제어	수용	원자로보충수	봉산저장
H-3	1.6E+12	1.7E+11	2.0E+12	1.9E+14	1.8E+14	4.1E+13
N-16	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Kr-85m	1.4E+11	2.3E+10	3.8E+12	8.4E+09	3.8E+03	0.0E+00
Kr-85	9.1E+12	4.0E+11	1.7E+13	1.9E+11	1.3E+08	1.3E+09
Kr-87	6.7E+10	1.1E+10	2.6E+12	1.9E+09	2.5E+02	0.0E+00
Kr-88	2.5E+11	4.1E+10	8.0E+12	1.2E+10	3.3E+03	0.0E+00
Xe-131m	3.8E+12	6.0E+10	9.5E+12	1.5E+10	1.3E+07	4.6E+07
Xe-133m	1.2E+11	2.1E+10	5.8E+11	9.0E+09	7.2E+04	3.1E+03
Xe-133	1.9E+14	3.4E+12	6.2E+14	5.7E+11	2.3E+08	2.0E+08
Xe-135m	3.7E+10	6.4E+09	6.7E+11	1.3E+08	4.3E+00	0.0E+00
Xe-135	8.6E+11	1.4E+11	1.2E+13	4.4E+10	4.9E+04	5.8E-09
Xe-137	8.2E+09	1.4E+09	7.1E+10	7.9E+06	6.9E-02	0.0E+00
Xe-138	3.2E+10	5.6E+09	5.5E+11	1.0E+08	3.0E+00	0.0E+00
Br-84	1.2E+09	2.0E+08	2.6E+07	1.1E+06	1.2E-01	0.0E+00
Rb-88	1.4E+11	2.4E+10	1.4E+11	1.0E+08	3.2E+01	0.0E+00
Sr-89	3.7E+08	4.2E+07	1.0E+07	1.6E+08	2.2E+05	1.6E+08
Sr-90	2.6E+07	2.9E+06	6.9E+05	1.3E+07	3.4E+04	8.1E+07
Sr-91	3.1E+08	5.1E+07	1.5E+07	1.3E+07	1.2E+02	4.8E-09
Y-91m	1.7E+08	2.9E+07	3.9E+08	1.5E+08	7.2E+01	0.0E+00
Y-91	5.5E+07	6.2E+06	7.6E+07	2.5E+09	3.2E+06	2.5E+09
Y-93	7.4E+06	1.2E+06	1.8E+07	7.6E+07	4.1E+02	4.6E-08
Zr-95	1.8E+08	2.0E+07	4.8E+06	7.7E+07	1.2E+05	1.0E+08
Nb-95	5.8E+07	6.5E+06	1.6E+06	2.4E+07	2.7E+04	1.5E+07
Tc-99m	1.0E+10	1.7E+09	5.0E+08	2.3E+08	1.5E+03	0.0E+00
Mo-99	2.3E+10	3.1E+09	8.8E+08	5.0E+09	3.3E+05	2.3E+06
Ru-103	2.0E+07	2.2E+06	5.5E+05	8.2E+06	9.8E+03	5.9E+06
Ru-106	8.8E+06	9.8E+05	2.3E+05	4.1E+06	1.0E+04	1.8E+07
Ag-110m	6.1E+08	6.8E+07	1.6E+07	2.8E+08	6.5E+05	1.1E+09

# 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 12.2-12 (2 중 2)

핵종	원자로배수	기기배수	체적제어	수용	원자로보충수	붕산저장
Te-129m	6.7E+08	7.5E+07	9.3E+06	2.5E+08	2.8E+04	1.5E+08
Te-129	3.8E+08	6.6E+07	9.0E+06	9.6E+05	1.8E-01	0.0E+00
I-131	2.4E+11	2.9E+10	3.9E+09	7.0E+10	2.0E+06	2.5E+09
Te-131m	2.0E+09	3.0E+08	4.4E+07	2.5E+08	5.5E+02	1.2E+02
Te-131	6.6E+08	1.2E+08	1.4E+07	4.4E+05	4.3E-02	0.0E+00
Te-132	1.7E+10	2.2E+09	3.1E+08	3.6E+09	2.9E+04	3.8E+06
I-132	4.0E+10	7.0E+09	9.9E+08	2.3E+08	7.8E+01	0.0E+00
I-133	2.4E+11	3.7E+10	5.5E+09	2.2E+10	3.6E+04	1.6E+02
I-134	2.4E+10	4.2E+09	5.7E+08	4.4E+07	6.9E+00	0.0E+00
Cs-134	4.2E+10	4.7E+09	2.8E+10	7.6E+10	2.1E+07	4.4E+10
I-135	1.3E+11	2.1E+10	3.1E+09	2.3E+09	2.0E+03	0.0E+00
Cs-136	5.0E+09	5.8E+08	3.8E+09	7.2E+08	3.8E+05	9.0E+07
Cs-137	4.9E+10	5.4E+09	3.2E+10	8.9E+09	2.6E+07	6.2E+10
Ba-140	4.2E+08	4.9E+07	1.3E+07	1.5E+08	7.0E+04	1.6E+07
La-140	1.0E+08	1.5E+07	4.3E+06	1.8E+07	5.9E+02	2.3E+02
Ce-141	1.7E+07	1.9E+06	4.8E+05	6.9E+06	7.3E+03	3.8E+06
Ce-143	3.0E+07	4.4E+06	1.3E+06	4.5E+06	1.2E+02	9.3E+00
Ce-144	5.3E+07	5.9E+06	1.4E+06	2.5E+07	5.7E+04	9.8E+07
Na-24	1.2E+10	1.9E+09	5.6E+08	8.8E+08	1.1E+04	1.9E-02
Cr-51	6.1E+09	6.9E+08	1.7E+08	2.4E+09	2.3E+06	1.1E+09
Mn-54	7.5E+08	8.4E+07	2.0E+07	3.5E+08	8.3E+05	1.5E+09
Fe-55	5.7E+08	6.3E+07	1.5E+07	2.7E+08	7.1E+05	1.5E+09
Fe-59	1.4E+08	1.5E+07	3.7E+06	5.7E+07	7.3E+04	4.8E+07
Co-58	2.1E+09	2.4E+08	5.7E+07	9.2E+08	1.5E+06	1.3E+09
Co-60	2.5E+08	2.8E+07	6.6E+06	1.2E+08	3.2E+05	7.2E+08
Zn-65	2.4E+08	2.7E+07	6.4E+06	1.1E+08	2.5E+05	4.1E+08
Ba-137m	4.9E+10	5.4E+09	3.2E+10	8.9E+09	2.6E+07	6.2E+10
W-187	6.8E+08	1.0E+08	3.0E+07	8.1E+07	1.5E+03	4.0E+00
Np-239	6.9E+08	9.4E+07	2.7E+07	1.4E+08	7.3E+03	2.3E+04

# 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 12.2-13

정지냉각계통 선원세기  
(MeV/g-sec)

붕괴시간 (hrs)	에너지(MeV)							
	0.25	0.50	0.75	1.00	1.38	2.00	3.00	4.00
1	1.2E+06	4.9E+04	2.9E+04	1.2E+04	1.6E+04	1.6E+04	2.5E+03	5.4E+00
10	1.1E+06	3.1E+04	1.4E+04	3.6E+03	6.0E+03	2.3E+03	1.1E+03	4.2E-05
100	6.8E+05	6.1E+03	9.2E+03	5.3E+02	3.1E+02	8.6E-01	1.7E+01	0.0E+00

# 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 12.2-14

사용후연료저장조의 핵분열 및 부식생성물 방사능준위

<u>핵종</u>	<u>설계기준값(Bq/g)</u>	<u>핵종</u>	<u>설계기준값(Bq/g)</u>
H-3	4.0E+04	Te-129	0.0E+00
N-16	0.0E+00	I-131	1.6E+02
Kr-85m	2.3E-01	Te-131m	7.3E-01
Kr-85	5.9E+02	Te-131	0.0E+00
Kr-87	9.8E-09	Te-132	9.9E+00
Kr-88	1.1E-02	I-132	9.4E-05
Xe-131m	5.4E+02	I-133	6.1E+01
Xe-133m	2.2E+01	I-134	0.0E+00
Xe-133	3.1E+04	Cs-134	8.1E+01
Xe-135m	0.0E+00	I-135	1.7E+00
Xe-135	4.0E+01	Cs-136	6.2E+00
Xe-137	0.0E+00	Cs-137	1.1E+02
Xe-138	0.0E+00	Ba-140	2.8E-01
Br-84	0.0E+00	La-140	4.9E-02
Rb-88	0.0E+00	Ce-141	1.1E-02
Sr-89	2.6E-01	Ce-143	1.2E-02
Sr-90	8.5E-02	Ce-144	8.4E-02
Sr-91	1.6E-02	Na-24	1.8E+00
Y-91m	0.0E+00	Cr-51	4.0E+00
Y-91	6.5E-01	Mn-54	1.3E+00
Y-93	1.7E-03	Fe-55	1.5E+00
Zr-95	1.3E-01	Fe-59	9.4E-02
Nb-95	3.9E-02	Co-58	1.6E+00
Tc-99m	8.1E-02	Co-60	7.4E-01
Mo-99	1.3E+01	Zn-65	3.5E-01
Ru-103	1.3E-02	Ba-137m	1.1E+02
Ru-106	1.6E-02	W-187	2.1E-01
Ag-110m	9.1E-01	Np-239	3.8E-01
Te-129m	4.4E-01		



표 12.2-15 (4 중 1)

증기발생기 취출계통 및 복수탈염계통 방사선원

핵 종	증기발생기		취출수 전단여과기 (Bq)	취출수 혼합상 1,2 (Bq)	플래쉬 탱크 (Bq)	취출수 후단여과기 (Bq)	복수 양이온 (Bq)	복수 혼합상 (Bq)
	액 상 (Bq/gm)	기 상 (Bq/gm)						
Kr-85m	-	1.28E-01	-	-	-	-	-	-
Kr-85	-	5.45E-01	-	-	-	-	-	-
Kr-87	-	9.99E-02	-	-	-	-	-	-
Kr-88	-	2.77E-01	-	-	-	-	-	-
Xe-131m	-	5.45E-01	-	-	-	-	-	-
Xe-133m	-	3.32E-02	-	-	-	-	-	-
Xe-133	-	3.55E+01	-	-	-	-	-	-
Xe-135m	-	7.26E-02	-	-	-	-	-	-
Xe-135	-	7.26E-01	-	-	-	-	-	-
Xe-137	-	1.68E-02	-	-	-	-	-	-
Xe-138	-	6.36E-02	-	-	-	-	-	-
Br-84	7.64E-02	7.64E-04	-	4.69E+06	7.47E+05	-	-	1.29E+05
I-131	2.98E+01	2.98E-01	-	6.67E+11	2.91E+08	-	-	1.71E+10
I-132	5.42E+00	5.42E-02	-	1.44E+09	5.30E+07	-	-	3.95E+07

표 12.2-15 (4 중 2)

핵 종	증기발생기		취출수 전단여과기 (Bq)	취출수 혼합상 1,2 (Bq)	플래쉬 탱크 (Bq)	취출수 후단여과기 (Bq)	복수 양이온 (Bq)	복수 혼합상 (Bq)
	액 상 (Bq/gm)	기 상 (Bq/gm)						
I-133	4.04E+01	4.04E-01	-	9.82E+10	3.95E+08	-	-	2.69E+09
I-134	2.15E+00	2.15E-02	-	2.16E+08	2.11E+07	-	-	5.91E+06
I-135	2.07E+01	2.07E-01	-	1.61E+10	2.03E+08	-	-	4.40E+08
Rb-88	5.95E+00	2.95E-02	-	1.86E+08	5.82E+07	-	4.00E+06	0.00E+00
Cs-134	4.76E+00	2.38E-02	-	1.40E+12	4.66E+07	-	5.26E+08	0.00E+00
Cs-136	6.48E-01	3.24E-03	-	2.12E+10	6.34E+06	-	6.63E+07	0.00E+00
Cs-137	5.51E+00	2.75E-02	-	1.75E+12	5.39E+07	-	6.09E+08	0.00E+00
Cr-51	6.76E-01	3.38E-03	4.69E+10	5.16E+10	8.45E+09	4.69E+08	2.88E+07	2.24E+07
Mn-54	7.83E-02	3.92E-04	2.06E+10	2.26E+10	1.06E+09	2.06E+08	3.45E+06	3.62E+06
Fe-55	5.87E-02	2.93E-04	1.76E+10	1.93E+10	7.96E+08	1.76E+08	2.59E+06	2.78E+06
Fe-59	1.47E-02	7.34E-05	1.56E+09	1.71E+09	1.89E+08	1.56E+07	6.36E+05	5.56E+05
Co-58	2.25E-01	1.12E-03	3.34E+10	3.68E+10	2.96E+09	3.34E+08	9.81E+06	9.27E+06
Co-60	2.60E-02	1.30E-04	8.02E+09	8.82E+09	3.52E+08	8.02E+07	1.15E+06	1.24E+06
Zn-65	2.50E-02	1.25E-04	-	6.85E+09	3.36E+08	-	1.10E+06	1.15E+06
Zr-95	1.90E-02	9.51E-05	4.17E+09	2.94E+09	2.49E+08	4.17E+07	8.28E+05	7.72E+05

표 12.2-15 (4 중 3)

핵 종	증기발생기		취출수 전단여과기 (Bq)	취출수 혼합상 1,2 (Bq)	플래쉬 탱크 (Bq)	취출수 후단여과기 (Bq)	복수 양이온 (Bq)	복수 혼합상 (Bq)
	액 상 (Bq/gm)	기 상 (Bq/gm)						
N-16	7.36E-01	3.68E-03	-	7.03E+03	7.20E+06	-	-	-
Na-24	2.08E+00	1.04E-02	-	3.61E+09	2.03E+07	-	2.72E+07	2.83E+06
Sr-89	4.02E-02	2.01E-04	-	5.30E+09	3.94E+05	-	1.74E+06	1.57E+06
Sr-90	2.69E-03	1.35E-05	-	9.40E+08	2.63E+04	-	1.19E+05	1.29E+05
Sr-91	5.32E-02	2.66E-04	-	5.95E+07	5.20E+05	-	4.63E+05	4.66E+04
Y-91m	1.47E-02	7.34E-05	-	1.41E+06	1.43E+05	-	1.11E+04	1.11E+03
Y-91	5.94E-03	2.97E-05	-	8.57E+08	5.81E+04	-	2.58E+05	2.37E+05
Y-93	1.28E-03	6.39E-06	-	1.51E+06	1.25E+04	-	1.17E+04	1.18E+03
Nb-95	6.39E-03	3.20E-05	-	6.06E+08	6.25E+04	-	2.75E+05	2.27E+05
Mo-99	3.41E+00	1.71E-02	-	2.65E+10	3.34E+07	-	1.07E+08	2.07E+07
Tc-99m	1.69E+00	8.46E-03	-	1.17E+09	1.66E+07	-	9.18E+06	9.19E+05
Ru-103	2.15E-03	1.07E-05	-	2.26E+08	2.10E+04	-	9.27E+04	7.90E+04
Ru-106	9.14E-04	4.57E-06	-	2.72E+08	8.94E+03	-	4.03E+04	4.25E+04
Ag-110m	6.36E-02	3.18E-04	-	1.76E+10	6.22E+05	-	2.80E+06	2.92E+06
Te-129m	7.31E-02	3.65E-04	-	6.73E+09	7.14E+05	-	3.14E+06	2.58E+06

표 12.2-15 (4 중 4)

핵 종	증기발생기		취출수 전단여과기 (Bq)	취출수 혼합상 1,2 (Bq)	플래쉬 탱크 (Bq)	취출수 후단여과기 (Bq)	복수 양이온 (Bq)	복수 혼합상 (Bq)
	액 상 (Bq/gm)	기 상 (Bq/gm)						
Te-129	3.92E-02	1.95E-04	-	5.19E+06	3.82E+05	-	4.06E+04	4.06E+03
Te-131m	3.35E-01	1.67E-03	-	1.16E+09	3.27E+06	-	7.32E+06	9.10E+05
Te-131	3.67E-02	1.84E-04	-	1.77E+06	3.59E+05	-	1.39E+04	1.39E+03
Te-132	2.39E+00	1.19E-02	-	2.16E+10	2.33E+07	-	7.86E+07	1.69E+07
Ba-137m	1.64E-01	8.21E-04	-	8.05E+05	1.60E+06	-	6.30E+03	6.30E+02
Ba-140	5.01E-02	2.51E-04	-	1.77E+09	4.90E+05	-	2.05E+06	1.15E+06
La-140	1.65E-02	8.23E-05	-	7.66E+07	1.61E+05	-	4.23E+05	6.01E+04
Ce-141	1.88E-03	9.38E-06	-	1.68E+08	1.83E+04	-	8.07E+04	6.57E+04
Ce-143	4.86E-03	2.43E-05	-	1.86E+07	4.75E+04	-	1.12E+05	1.45E+04
Ce-144	5.49E-03	2.74E-05	-	1.55E+09	5.37E+04	-	2.42E+05	2.53E+05
W-187	1.14E-01	5.72E-04	-	3.16E+08	1.12E+06	-	2.15E+06	2.47E+05
Np-239	1.04E-01	5.22E-04	-	6.81E+08	1.02E+06	-	3.08E+06	5.31E+05

# 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 12.2-16

## 기체방사성폐기물관리계통 방사선원

핵종	유입량 (Bq/cc)	활성탄 지연대1 <sup>1)</sup> (Bq)	활성탄 지연대2 <sup>1)</sup> (Bq)	활성탄 지연대3 <sup>1)</sup> (Bq)	활성탄 지연대4 <sup>1)</sup> (Bq)	방출량 (Bq/cc)
Kr-85m	3.22E+05	7.33E+12	2.83E+11	1.09E+10	4.21E+08	7.13E-01
Kr-85	1.38E+06	1.06E+14	1.06E+14	1.06E+14	1.06E+14	1.38E+06
Kr-87	2.48E+05	1.67E+12	1.79E+07	1.91E+02	2.05E-03	3.26E-15
Kr-88	6.99E+05	1.04E+13	6.22E+10	3.70E+08	2.20E+06	8.77E-04
Xe-131m	1.37E+06	9.96E+14	5.16E+14	2.67E+14	1.38E+14	9.84E+04
Xe-133m	8.24E+04	2.23E+13	6.30E+11	1.79E+10	5.06E+08	5.30E-02
Xe-133	8.88E+07	4.58E+16	1.03E+16	2.34E+15	5.28E+14	2.31E+05
Xe-135m	1.82E+05	2.47E+11	1.23E-306	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135	1.83E+06	8.82E+13	1.05E+05	1.25E-04	1.50E-13	3.70E-30
Xe-137	4.19E+04	1.41E+10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-138	1.55E+05	1.94E+11	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-131	9.16E+00	9.37E+09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-132	2.44E+00	2.97E+07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-133	1.32E+01	1.45E+09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-134	1.54E+00	7.16E+06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-135	7.44E+00	2.60E+08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Br-84	7.37E-02	2.07E+05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

1) 활성탄지연대의 질량은 4,763 kg(10,500 lb)

표 12.2-17 (2 중 1)

액체방사성폐기물관리계통 탱크에 대한 방사선원(Bq/cc)

<u>핵종</u>	<u>기기폐액탱크</u>	<u>바닥배수탱크</u>	<u>화학폐액탱크</u>	<u>감시탱크</u>
BR-84	2.77E+01	2.57E+01	2.18E+00	3.70E-04
I-131	3.46E+03	3.21E+03	2.72E+02	3.41E-01
I-132	9.41E+02	8.74E+02	7.39E+01	5.37E-02
I-133	4.98E+03	4.63E+03	3.92E+02	4.30E-01
I-134	5.89E+02	5.47E+02	4.63E+01	1.18E-02
I-135	2.81E+03	2.61E+03	2.21E+02	1.86E-01
RB-88	3.26E+03	3.03E+03	2.56E+02	1.29E-01
CS-134	3.85E+02	3.58E+02	3.03E+01	1.93E-01
CS-136	6.59E+01	6.12E+01	5.18E+00	3.27E-02
CS-137	4.98E+02	4.63E+02	3.92E+01	2.50E-01
NA-24	2.56E+02	2.38E+02	2.01E+01	2.09E-03
CR-51	7.57E+01	7.03E+01	5.95E+00	7.57E-04
MN-54	8.88E+00	8.24E+00	6.97E-01	8.91E-05
FE-55	6.65E+00	6.18E+00	5.23E-01	6.68E-05
FE-59	1.67E+00	1.55E+00	1.31E-01	1.67E-05
CO-58	2.55E+01	2.37E+01	2.00E+00	2.55E-04
CO-60	2.94E+00	2.73E+00	2.31E-01	2.95E-05
ZN-65	2.83E+00	2.63E+00	2.22E-01	2.84E-05
SR-89	4.58E+00	4.25E+00	3.60E-01	4.58E-05
SR-90	2.31E-01	2.15E-01	1.82E-02	2.32E-06
SR-91	6.82E+00	6.33E+00	5.36E-01	5.04E-05
Y-91M	3.96E+00	3.68E+00	3.11E-01	3.16E-05
Y-91	6.57E-01	6.10E-01	5.16E-02	6.71E-06
Y-93	1.64E-01	1.52E-01	1.29E-02	1.23E-06
ZR-95	2.16E+00	2.00E+00	1.69E-01	2.16E-05
NB-95	7.13E-01	6.62E-01	5.60E-02	7.22E-06
MO-99	3.96E+02	3.68E+02	3.11E+01	3.79E-03

2

표 12.2-17 (2 중 2)

<u>핵종</u>	<u>기기폐액탱크</u>	<u>바닥배수탱크</u>	<u>화학폐액탱크</u>	<u>감시탱크</u>
TC-99M	2.27E+02	2.11E+02	1.78E+01	2.65E-03
RU-103	2.45E-01	2.28E-01	1.93E-02	2.45E-06
RU-106	9.79E-02	9.09E-02	7.69E-03	9.82E-07
AG-110M	7.21E+00	6.70E+00	5.67E-01	7.24E-05
TE-129M	8.36E+00	7.76E+00	6.57E-01	8.36E-05
TE-129	8.93E+00	8.29E+00	7.02E-01	6.25E-05
TE-131M	3.96E+01	3.68E+01	3.11E+00	3.57E-04
TE-131	1.55E+01	1.44E+01	1.22E+00	7.41E-05
TE-132	2.76E+02	2.56E+02	2.17E+01	2.65E-03
BA-137M	4.70E+02	4.37E+02	3.70E+01	4.68E-03
BA-140	5.61E+00	5.21E+00	4.41E-01	5.58E-05
LA-140	1.88E+00	1.74E+00	1.47E-01	2.18E-05
CE-141	2.10E-01	1.95E-01	1.65E-02	2.10E-06
CE-143	5.89E-01	5.47E-01	4.63E-02	5.36E-06
CE-144	5.71E-01	5.30E-01	4.49E-02	5.74E-06
W-187	1.37E+01	1.27E+01	1.07E+00	1.20E-04
NP-239	1.21E+01	1.12E+01	9.52E-01	1.15E-04
H-3	1.82E+04	1.69E+04	1.43E+03	1.89E+04

2

표 12.2-18 (2 중 1)

액체방사성 폐기물관리계통 기기에 대한 방사선원(Bq)

<u>핵종</u>	<u>역삼투압설비</u>	<u>양이온탈염기</u>	<u>혼합상탈염기</u> (전단)	<u>혼합상탈염기</u> (후단)
Na-24	5.35E+09	5.41E+09	5.95E+08	5.41E+06
Cr-51	2.14E+09	1.72E+10	1.89E+09	1.72E+07
Mn-54	2.52E+08	2.23E+09	2.45E+08	2.23E+06
Fe-55	1.89E+08	1.68E+09	1.85E+08	1.68E+06
Co-58	7.23E+08	6.18E+09	6.80E+08	6.18E+06
Fe-59	4.72E+07	3.94E+08	4.33E+07	3.94E+05
Co-60	8.36E+07	7.45E+08	8.20E+07	7.45E+05
Zn-65	8.04E+07	7.09E+08	7.79E+07	7.09E+05
Br-84	2.61E+07	5.23E+05	4.21E+06	3.88E+04
Rb-88	1.15E+09	1.68E+08	1.09E+07	8.38E+06
Sr-89	1.30E+08	1.09E+09	1.20E+08	1.09E+06
Y-89m	1.30E+04	1.09E+05	1.20E+04	1.09E+02
Sr-90	6.57E+06	5.86E+07	6.45E+06	5.86E+04
Y-90	4.89E+05	3.69E+07	4.06E+06	3.69E+04
Sr-91	1.23E+08	8.42E+07	9.25E+06	8.42E+04
Y-91m	7.80E+07	5.39E+07	5.93E+06	5.39E+04
Y-91	1.91E+07	1.69E+08	1.86E+07	1.69E+05
Y-93	3.01E+06	2.16E+06	2.38E+05	2.16E+03
Zr-93	1.28E-03	3.06E-02	3.37E-03	3.06E-05
Nb-93m	4.16E-08	4.19E-02	4.61E-03	4.19E-05
Zr-95	6.11E+07	5.21E+08	5.73E+07	5.21E+05
Nb-95m	6.59E+04	5.56E+06	6.12E+05	5.56E+03
Nb-95	2.05E+07	2.11E+08	2.32E+07	2.11E+05
Mo-99	1.05E+10	3.86E+10	4.25E+09	3.86E+07
Tc-99m	7.86E+09	3.61E+10	3.97E+09	3.61E+07
Tc-99	2.45E+01	2.31E+03	2.54E+02	2.31E+00
Ru-103	6.93E+06	5.74E+07	6.31E+06	5.74E+04
Rh-103m	6.38E+06	5.74E+07	6.31E+06	5.74E+04
Ru-106	2.78E+06	2.46E+07	2.71E+06	2.46E+04
Rh-106	2.78E+06	2.46E+07	2.71E+06	2.46E+04

2



표 12.2-18 (2 중 2)

핵종	역삼투압설비	양이온탈염기	혼합상탈염기 (전단)	혼합상탈염기 (후단)
Ag-110m	2.05E+08	1.81E+09	1.99E+08	1.81E+06
Ag-110	2.66E+06	2.35E+07	2.58E+06	2.35E+04
Te-129m	2.36E+08	1.93E+09	2.13E+08	1.93E+06
Te-129	1.62E+08	1.24E+09	1.36E+08	1.24E+06
I-129	8.73E-03	9.87E-01	1.68E-01	1.53E-03
Te-131m	9.59E+08	1.82E+09	2.00E+08	1.82E+06
Te-131	1.80E+08	3.33E+08	3.67E+07	3.33E+05
I-131	9.59E+10	1.31E+09	6.64E+11	6.03E+09
Te-132	7.36E+09	3.01E+10	3.31E+09	3.01E+07
I-132	1.20E+10	3.00E+10	5.69E+09	5.18E+07
I-133	1.13E+11	6.08E+08	1.70E+11	1.55E+09
I-134	1.18E+09	1.68E+07	2.10E+08	1.93E+06
Cs-134	1.09E+10	9.73E+10	5.41E+09	4.87E+09
I-135	4.26E+10	2.64E+08	2.38E+10	2.17E+08
Cs-136	1.85E+09	1.32E+10	7.33E+08	6.59E+08
Cs-137	1.42E+10	1.26E+11	7.03E+09	6.32E+09
Ba-137m	1.33E+10	1.18E+11	6.57E+09	5.91E+09
Ba-140	1.57E+08	1.12E+09	1.23E+08	1.12E+06
La-140	6.53E+07	1.00E+09	1.10E+08	1.00E+06
Ce-141	5.93E+06	4.84E+07	5.32E+06	4.84E+04
Ce-143	1.45E+07	3.00E+07	3.30E+06	3.00E+04
Pr-143	2.29E+05	1.00E+07	1.10E+06	1.00E+04
Ce-144	1.62E+07	1.43E+08	1.58E+07	1.43E+05
Pr-144	1.60E+07	1.43E+08	1.58E+07	1.43E+05
W-187	3.18E+08	4.91E+08	5.39E+07	4.91E+05
Np-239	3.16E+08	1.03E+09	1.13E+08	1.03E+06

2

표 12.2-19 (2 중 1)

고체방사성 폐기물관리계통 탱크에 대한 방사선원(Bq)

<u>핵종</u>	<u>폐수지장기</u>	<u>저방사성 폐수지</u>
	<u>저장탱크</u>	<u>저장탱크</u>
Na-24	2.80E+12	1.80E+10
Cr-51	3.78E+13	5.72E+10
Mn-54	5.67E+13	7.43E+09
Fe-55	1.07E+14	5.61E+09
Co-58	3.30E+13	2.06E+10
Fe-59	1.33E+12	1.31E+09
Co-60	6.27E+13	2.48E+09
Zn-65	1.42E+13	2.36E+09
Br-84	1.09E+10	1.43E+07
Rb-88	4.29E+11	5.61E+08
Sr-89	4.03E+12	3.64E+09
Y-89m	0.00E+00	3.64E+05
Sr-90	8.40E+12	1.95E+08
Y-90	0.00E+00	1.23E+08
Sr-91	4.80E+10	2.81E+08
Y-91m	2.52E+08	1.80E+08
Y-91	4.36E+07	5.64E+08
Y-93	1.02E+07	7.21E+06
Zr-93	0.00E+00	1.02E-01
Nb-93m	0.00E+00	1.40E-01
Zr-95	2.53E+12	1.74E+09
Nb-95m	0.00E+00	1.85E+07
Nb-95	4.41E+11	7.02E+08
Mo-99	1.92E+13	1.29E+11
Tc-99m	1.00E+12	1.20E+11
Tc-99	0.00E+00	7.70E+03
Ru-103	1.72E+11	1.91E+08
Rh-103m	0.00E+00	1.91E+08
Ru-106	7.86E+11	8.21E+07
Rh-106	0.00E+00	8.21E+07

2

표 12.2-19 (2 중 2)

<u>핵종</u>	<u>폐수지장기</u>	<u>저방사성폐수지</u>
	<u>저장탱크</u>	<u>저장탱크</u>
Ag-110m	3.69E+13	6.02E+09
Ag-110	0.00E+00	7.83E+07
Te-129m	5.22E+12	6.44E+09
Te-129	7.64E+09	4.13E+09
I-129	0.00E+00	3.47E+00
Te-131m	8.44E+11	6.07E+09
Te-131	4.82E+09	1.11E+09
I-131	4.82E+14	2.01E+12
Te-132	1.61E+13	1.00E+11
I-132	1.61E+12	1.07E+11
I-133	7.64E+13	5.18E+11
I-134	3.70E+11	6.87E+08
Cs-134	4.03E+15	3.23E+11
I-135	1.41E+13	7.28E+10
Cs-136	9.28E+12	4.37E+10
Cs-137	9.64E+15	4.19E+11
Ba-137m	2.02E+15	3.92E+11
Ba-140	1.28E+12	3.73E+09
La-140	5.60E+10	3.34E+09
Ce-141	1.24E+11	1.61E+08
Ce-143	1.40E+10	1.00E+08
Pr-143	0.00E+00	3.34E+07
Ce-144	3.63E+12	4.78E+08
Pr-144	0.00E+00	4.78E+08
W-187	2.40E+11	1.64E+09
Np-239	5.20E+11	3.42E+09

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 12.2-20

주요 기기격실별 공기 중 방사능농도

(최종안전성분석보고서에서 제공)

12.2-42

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

### 12.3 방사선방호 설계특성

#### 12.3.1 설비 및 기기설계특성

정상운전 및 정비작업시 작업종사자 및 운전원에 대한 방사선 피폭을 최소화하기 위하여 규제지침서 8.8 및 8.10의 ALARA 설계개념을 적용한다. 발전소배치, 기기배치 및 재질 선정시 적용되는 ALARA 설계개념에 대해서는 12.1.2.1절에 상세히 기술되어 있다. 발전소배치 개념은 종사자가 저방사선지역에서 고방사선지역으로 접근할 수 있도록 하는 것으로서 방사성 계통, 기기 및 배관 배치에 이러한 설계개념을 적용한다. 다음 절에서는 운전 및 정비작업 중 종사자 피폭을 ALARA로 유지하기 위한 상세 설계특성이 기술된다.

##### 12.3.1.1 일반배치 설계특성

###### 가. 방사성계통 및 기기의 배치

비방사성계통은 방사성계통과 분리하여 배치함으로써 오염확산을 방지하고 방사성 유체 및 슬러리를 함유하는 배관이 종사자 이동로로 배치되는 것을 최소화한다. 또한 방사선구역으로의 접근을 통제하는데 유리하다.

방사성기기는 가능한 한 격실별로 분리하여 배치한다. 기기는 접근 빈도, 운전특성 및 방사선준위를 고려하여 구분한다. 예를 들면 수지를 함유하는 이온교환기는 펌프 및 밸브와 같은 방사성기기와 분리하여 별도의 격실에 배치한다. 밸브는 밸브 격실에 배치한다. 격실 벽은 종사자가 저방사선구역에서 운전 및 정비작업을 할 수 있도록 차폐된다.

###### 나. 배관배치

방사성계통의 배관은 관련 기기를 서로 인접 배치하여 길이를 최소화시키며 차폐된 배관로를 통하여 배치한다. 배관로에는 정비 작업을 위한 접근 빈도를 줄이기 위해 가능한 한 방사성기기를 배치하지 않는다.

###### 다. 작업공간

정비 및 검사를 위한 기기로의 접근 및 작업이 용이하도록 기기 주위 및 이송로에 충분한 작업공간을 확보한다. 즉 기기를 교체하거나 제거할 경우 기기를 격실에 넣거나 끌어내는 작업을 용이하게 하고 기기 이송을 용이하게 할 수 있도록 충분한 공간을 확보하였다. 또한 기기의 제거, 이동, 교체 또는 정비작업 동안의 임시 차폐체 설치 등을 용이하게 할 수 있도록 기기를 조립하거나

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

들어 올릴 수 있는 장비를 구비하였다.

### 라. 방사성장비 보관 및 방사성기기 공작실

방사성장비 보관을 위한 공간이 원자로건물 출입문 가까이 있게 하여 고방사선구역에서 대기하는 시간을 최소화하고, 오염확산을 방지하며 제염작업을 최소화하여 종사자 피폭을 감소시킨다.

또한 복합건물에 방사성기기 공작실을 확보함으로써 종사자가 저방사선구역에서 기기를 제거하고 정비 작업을 용이하게 수행할 수 있도록 하였다. 방사성기기공작실은 기기 이동을 쉽게 할 수 있도록 트럭베이에서 접근할 수 있도록 하였다.

### 마. 대기지역

원자로건물 장비반입구 및 원자로건물 출입문 외부에 넓은 대기공간이 있어 운전정지 기간 동안 잠시 대기할 수 있도록 하며 원자로건물의 내외부로 기기 이동시 효율적인 방사선관리를 할 수 있도록 한다.

### 바. 방사선작업종사자 제염 및 탈의실

방사선관리구역의 출입통제지역 주변에 종사자 제염 및 탈의실을 확보하였다. 이곳에는 보호용 의류, 호흡기, 샤워실 및 화장실 설비, 옷장 및 오염된 옷을 담아둘 수 있는 용기들이 비치된다.

### 사. 방사선관리구역

정상운전시 오직 한 곳에서만 방사선관리구역으로 접근할 수 있도록 하며 비상시에는 모든 층에서 탈출할 수 있도록 설계한다. 방사선관리구역으로의 접근지역은 계획예방정지기간 동안 종사자를 충분히 수용하고 이 지역에 체류하는 방사선안전관리원과 신속한 교류가 가능하도록 유연성 있게 배치한다.

### 아. 고방사선구역으로의 접근로 및 입구

고방사선구역의 입구에는 입구를 통한 방사선의 흐름 및 산란을 방지하기 위하여 미로를 설치한다. 복도 인접지역은 정상운전중 차폐기능을 담당하고 열교환기 등의 정비작업시에는 기기를 이동할 수 있도록 제거 가능한 차폐벽을 설치한다.

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

고방사선구역에는 종사자의 부주의한 접근을 방지하기 위하여 잠금장치가 있는 문을 설치한다.

### 12.3.1.2 소내 피폭조절을 위한 기기와 계통의 설계 특성

발전소 종사자에 대한 방사선 피폭과 정비 빈도수를 줄이기 위해 신뢰성이 있으며 단순한 기기를 사용하도록 한다. 다음은 방사성계통에 이용되는 기기설계특성을 설명한다.

#### 가. 펌프

- 1) 펌프 및 관련 배관은 저방사선구역에서의 정비와 유지를 위해 펌프의 이동이 용이하도록 가능한 플랜지로 연결한다. 펌프 내부구조물 또한 분리될 수 있도록 한다.
- 2) 모든 펌프 케이싱에는 제염을 용이하게 하기 위해 배수관이 설치된다. 배수관은 방사성부식생성물(크러드)의 축적을 최소화하기 위해 내부에 갈라진 틈새가 없도록 한다.
- 3) 펌프밀봉은 펌프 전체 혹은 전동기의 제거 없이 쉽게 작업할 수 있다. 원자로냉각재 펌프밀봉은 유지 혹은 정비를 위한 제거가 용이한 카트리리지 형태이다.

#### 나. 이온교환기(탈염기)

- 1) 이온교환기는 완전 배수가 될 수 있도록 설계된다.
- 2) 원격 조절에 의한 수압조절세척법을 이용하여 용기로부터 고체방사성폐기물관리계통으로 폐수지를 이송할 수 있도록 설계된다.
- 3) 배관, 여과기 및 수지 스크린은 세척이 가능하여 세척모드에서 모든 폐수지를 제거할 수 있다.
- 4) 새로운 수지주입은 이온교환기를 싸고 있는 방사선차폐 격실 위의 저방사선구역에서 이루어진다.
- 5) 방사성크러드가 축적되지 않도록 하기 위해 내부의 갈라진 틈새가 최소화 되도록 이온교환기를 설계한다.

#### 다. 액체 여과기

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

- 1) 여과기 하우징에는 배기관을 설치하고 완전 배수가 가능하도록 설계한다.
- 2) 방사성크러드가 축적되지 않도록 하기 위해 내부의 갈라진 틈새가 최소화 되도록 여과기 하우징을 설계한다.
- 3) 여과기의 원격 제거가 가능하도록 필터 하우징과 카트리지를 설계한다. 카트리지 여과기 밀봉은 카트리지 제거시 밀봉제거가 이루어지도록 여과기 카트리지의 일부분으로 구성된다.
- 4) 카트리지 여과기 하우징 상부덮개는 카트리지 제거에 방해되지 않도록 흔들림이 없게 설계한다.

### 라. 탱크

- 1) 완전 배수가 가능하도록 설계하고 내부의 갈라진 틈새나 홈이 없도록 설계한다. 배수관은 바닥에 연결된다.
- 2) 제염목적으로 탱크 내부 세척을 실시할 수 있도록 탱크 설계에 적어도 다음 중 하나의 수단이 제공된다.
  - 가) 탱크 정비용 출입구로부터 세척을 용이하게 할 수 있는 충분한 공간을 확보한다.
  - 나) 오염이 매우 클 가능성이 있는 탱크에는 내부 제염을 위하여 내부 살수 노즐을 설치한다.
  - 다) 제염을 용이하게 하기 위해 스크린이 설치된 탱크나 용기의 스크린 입구를 역류방향으로 수압 세척하거나 배수가 가능하도록 설계한다.
- 3) 방사성크러드의 축적을 최소화하고 배수를 용이하게 하기 위해 볼록하거나 경사지게 바닥을 설계한다.
- 4) 정비시 발생가능한 방사성기체의 제거를 용이하게 하기 위해 배기구를 탱크에 설치한다.
- 5) 비가압탱크에는 바닥이나 땅으로 방사성유체가 유출되는 것을 방지하기 위하여 바닥배수펌프나 다른 적절한 수집지점으로 보낼 수 있는 넘침관을 설치한다. 바닥배수계통은 환경으로 방출하기 전 더 많은 처리과정을 거치



## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

기 위해 액체방사성폐기물관리계통으로 연결된다.

마. 밸브

- 1) 다음 기술사항은 밸브 누설을 최소화하고 밸브의 설계수명을 연장하는 밸브 사양이 요약되어 있다.
  - 가) 조절밸브를 제외하고는 직경이 5.08 cm(2 in) 이하인 모든 밸브에는 패킹없는 밸브를 사용한다.
  - 나) 조절밸브와 직경이 5.08 cm(2 in) 보다 큰 밸브들은 가능한 패킹에 수축력이 유지되도록 원추형 스프링 와셔나 다른 방법에 의한 자체 패킹 부하를 이용한다.
  - 다) 패킹 간에 누설관이 있는 이중 스템패킹은 10.16 cm(4 in) 이상의 밸브와 직경이 5.08 cm(2 in) 내지 10.16 cm(4 in)인 정상운전시 개방밸브에 대해 사용한다. 스템누설은 적절한 배수조나 탱크로 배관된다.
  - 라) 스템패킹을 이용하는 밸브는 백시트(backseat) 기능을 제공한다.
  - 마) 발전소 정비 횟수를 줄이고 설계수명을 연장시키기 위하여 가능한 한 내방사선 밀봉재, 개스킷, 탄성 중합체를 사용한다.
  - 바) 고방사선지역에 위치한 밸브는 방사선피폭을 최소화하기 위해 연결봉(reach rods) 혹은 전동기구동기 설비를 갖춘다.
- 2) 내부에 방사성크러드의 축적을 최소화하기 위해 밸브 개방시 방사성 유체가 막힘없이 흐를 수 있도록 충분히 개방되는 밸브를 사용한다.
- 3) 정비와 감시 활동시 제거가 필요한 밸브는 플랜지를 설치한다.
- 4) 밸브 내부표면은 방사성크러드의 축적을 최소화하기 위해 갈라진 틈새가 없도록 설계한다.
- 5) 유체와 접촉되는 밸브 부분은 오스테나이트 스테인리스강이나 다른 내식성 재질로 제작한다.
- 6) 요크(yoke)나 탑워크(topwork)를 제거하지 않고 다시 패킹할 수 있도록 밸브를 설계한다.

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

### 바. 배관과 관통부

- 1) 배관은 작업장을 지나지 않도록 한다.
- 2) 수지와 농축물 배관은 다음과 같이 설계된다.
  - 가) 배관의 길이는 최소화한다.
  - 나) 배관은 종사자 접근 복도를 통한 배치를 최소화하기 위해 가능한 한 차폐된 배관 격실 내에 배치한다.
  - 다) 큰 직경을 갖는 배관(배관직경 12.7 cm(5 in) 이상)은 슬러리 혹은 수지수송시 최소유량조건을 위반하지 않고 막힐 가능성을 최소화하기 위해 이용한다.
  - 라) 방사성크러드의 침적을 줄이기 위해 배관 고정장치(엘보우, 티 등)의 개수를 최소화해야 한다.
  - 마) 방사성 물질의 축적을 유발할 수 있는 국부적인 낮은 지역, 막힌 배관, 수직형태 배관 등은 최소화한다.
  - 바) 배관은 경사지게 배치하고 가능한 한 중력에 의한 유동이 될 수 있도록 배치한다.
  - 사) 배관 내부 표면의 갈라진 틈새를 최소화하기 위해서 가능한 한 소켓용접 대신 맞대기용접을 사용한다.

방사성계통에서 소켓용접부는 방사성크러드 축적부로 알려져 있다. 맞대기용접의 사용으로 대개 방사성크러드 축적을 줄이는 평평한 내부 표면이 된다. 그러므로 방사성계통에서 배관 내 방사성크러드 축적을 최소화하기 위해 가능한 한 소켓용접 대신 맞대기용접을 이용한다.
  - 아) 배관의 제염을 용이하게 하기 위해 세척기능을 제공한다.
  - 자) 방사선원과 관통부가 시각 상 일직선이 되지 않도록 관통부를 배치한다. 이것은 직사 방사선으로 인한 종사자 피폭을 최소화한다.

### 사. 열교환기

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

- 1) 열교환기는 배기와 완전 배수가 되도록 설계한다.
- 2) 유체와 접하는 내부표면은 방사성크리드 축적 가능성을 최소화하기 위해 갈라진 틈새가 없도록 설계한다.
- 3) 교체 필요성을 최소화하고 정비 빈도수를 줄이기 위해 내부식성 재질을 사용한다.

### 아. 원자로용기상부헤드 배기

배기노즐 및 배기관은 원자로용기상부헤드에 설치한다. 이런 설계특성은 헤드 제거시 기체가 원자로건물로 직접 방출되는 것을 최소화함으로써 방사선피폭을 감소시킨다.

### 자. 원자로냉각재계통 누설 제어

원자로건물로 들어가는 종사자에 대한 공기 중 방사성핵종으로부터의 방사선 피폭은 원자로건물 대기로 방출되는 원자로냉각재 누설량을 제어함으로써 최소화된다. 이와 같이 제어된 누설의 일례는 다음과 같다.

- 1) 가압기 파이롯트구동 안전방출밸브 누수는 원자로건물내재장전수탱크로 보낸다.
- 2) 직경이 5.08 cm(2 in) 이상인 밸브에는 원자로배수탱크로의 누설 연결관과 중간 랜턴링이 설치된 이중 패킹된 스템이 제공된다.
- 3) 원자로냉각재펌프 밀봉장치의 비정상적인 누설을 감지하는 계측기기가 설치된다. 원자로냉각재펌프는 5.4절에 기술된 바와 같이 3단계의 밀봉장치가 갖추어져 있다. 3단 밀봉장치는 원자로건물 대기로의 누설을 방지하고 누설수가 체적제어탱크 및 원자로배수탱크로 바로 배출될 수 있도록 충분한 압력을 유지한다. 3단 밀봉장치는 1단과 2단 밀봉장치 중 모두 혹은 둘 중의 어느 1개가 손상되었을 경우에도 원자로냉각재계통압력에 견딜 수 있도록 설계된다.

### 차. 핵연료재장전 장비

- 1) 모든 사용후연료 이송 및 저장 운전은 작업지역에서의 최대 연속 방사선준위를 제한하고 적절한 차폐를 보장하기 위해 수중에서 수행할 수 있도록

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

설계한다.

- 2) 핵연료가 최소 안전 수위로 들어 올려지지 않게 하여 종사자에 대한 방사선 피폭을 제한하고 핵연료손상을 방지할 수 있도록 장비를 설계한다.
- 3) 핵연료손상 및 종사자피폭을 초래할 수 있는 부주의한 핵연료낙하 가능성을 방지할 수 있도록 장비를 설계한다.
- 4) 재장전시 총 핵연료 취급시간을 줄여 종사자 방사선 피폭을 최소화하기 위해, 사용후연료와 신연료를 동시에 이송할 수 있도록 핵연료재장전 장비를 설계한다.
- 5) 안전한 핵연료 취급 및 시각제어를 용이하게 하여 실수 및 잠재적 방사선 피폭을 최소화하기 위해 수중 카메라를 사용한다.
- 6) 사용이 끝난 제어봉집합체 및 노내핵계측기 도입선을 절단하기 위해 휴대용 유압절단기를 사용한다. 이 절단기는 수중 사용이 가능하도록 한다.
- 7) 수중에서 핵연료집합체 누설을 확인할 수 있는 장비가 공급된다.

### 카. 가동중검사 장비

원자로냉각재압력경계 검사는 종사자의 방사선피폭을 최소화하기 위해 원격장비로 수행한다.

### 타. 원격 계기

방사성유체를 포함하는 모든 계통(예를 들면 원자로냉각재계통, 화학 및 체적 제어계통, 액체방사성폐기물관리계통 등)은 가능한 원격으로 조절되도록 설계한다. 이는 계통의 정상운전시 종사자의 방사선 피폭을 최소화한다.

### 파. 원자로용기노즐 용접부의 가동중검사

원자로용기노즐과 원자로냉각재배관을 연결하는 용접부는 원자로용기내부로부터 가동중검사가 수행될 수 있도록 설계한다. 이 지역에서 원자로용기 용접부 검사를 위해 정상적으로 작동되는 원격 자동화 검사장비가 이용될 수 있다.

원자로용기 외부로부터 이 지역의 가동중검사를 수행하기 위하여 접근할 경우 원자로용기 및 원자로 냉각재배관 단열재의 제거 가능한 부분을 이용한다. 제

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

거 가능한 부분은 가볍고 신속하게 착탈시킬 수 있도록 버클고정구(fastener)로 설치한다. 요구된 검사를 수행하기 위해서는 필요한 패널(panel)을 제거한 후에 원격장비를 이용할 수 있다.

### 하. 블랭킷 형태의 단열재

블랭킷 형태의 단열재를 이용하고 방사성유체를 함유하는 계통의 기기는 벨크로(velcro) 고정구에 의해 설치된다. 단열재 주변에 금속 재킷이 제공된다. 이 재킷은 신속하게 동작할 수 있는 형태의 버클고정구에 의해 설치된다. 이 단열재는 쉽게 제거될 수 있고 가동중 용접검사 수행을 용이하게 한다. 이것은 가동중검사에 따른 종사자 방사선피폭을 최소화한다.

### 거. 전력공급과 조명

양질의 조명과 편리한 전력설비가 제공되며 이는 정비 활동을 용이하게 하고 종사자 피폭을 감소시킨다. 고방사선구역에는 신뢰성과 내구성이 있는 조명을 사용하여 정비 빈도를 최소화한다. 조명시설은 정비작업시 종사자 피폭이 최소화될 수 있는 곳에 위치한다. 이러한 설비들은 규제지침서 8.8의 규제지침 C.2.i 지침을 따른다.

### 너. 사용후연료 캐스크 선적조 및 제염조 제염

사용후연료 캐스크 선적조 및 제염조에 대한 제염을 위해 고 압력 탈염수를 사용할 수 있는 설비가 제공된다.

### 더. 완충기

필요한 정비 및 감시의 빈도수를 최소화하기 위해 유압식 완충기보다는 기계식 완충기가 방사선지역 내에서 사용된다.

### 12.3.1.3 방사선원향 제어

방사선원향 제어는 설계에서 중요한 관점이다. 다음의 설계특성은 작업, 정비, 감시활동으로 인한 총 선량을 감소시킨다.

#### 가. 핵연료 기능

신고리 5,6호기는 장주기뿐만 아니라 0.1 % 핵연료피복재 손상보다 작은 개선된 핵연료피복재 누설로 낮은 1차계통 방사선원을 보장한다.

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

### 나. 부식생성물 제어

1차계통 내의 부식생성물 생성을 감소시키는 설계특징은 다음과 같다.

#### 1) 1차계통 재료

입증된 대안이 없는 경우를 제외하고 낮은 부식률과 매우 낮은 코발트 불순물을 갖는 1차계통 재료를 사용한다.

원자로냉각재펌프 베어링 내 안티몬의 존재는 방사성 입자 문제를 일으키므로 원자로냉각재펌프 베어링 내 안티몬 함량이 최소화되게 설계한다.

증기발생기 전열관은 응력부식균열을 줄이기 위해 응력을 완화시키도록 제조한다. 이것은 전열관 관막을 작업 확률을 줄이고 더 나아가서는 정비로 인한 피폭을 줄일 것이다.

제어봉구동체 재질은 원자로냉각재계통 피폭을 줄이기 위한 대안이 입증되지 않았다면 저 코발트 함유 합금으로 규정한다.

#### 2) 1차계통 화학

pH 6.9~7.4 범위 내에서 pH를 증가시키는 것은 1차계통 표면의 평형부식률과 방사화된 부식생성물의 축적을 감소시킨다.

### 12.3.1.4 공기 중 오염방지를 위한 설계특성

환기계통은 오염확산을 최소화하기 위해 저방사선구역에서 고방사선구역으로 공기가 흐르도록 설계한다. 또한 오염확산을 방지하기 위하여 다음과 같은 설비를 갖춘다.

#### 가. 기기누설물 수집용기(Drip Containment)

기기 누설물을 수집하고 방사성 입자 핵종이 공기나 불활성기체 또는 방사성 요오드 핵종과 같은 휘발성 핵종과 같이 부유되는 것을 방지하기 위하여 기기 누설물 수집용기를 사용한다.

#### 나. 글로브 백(Glove Bag)

밀폐지역에서 밸브 정비와 같은 정비작업을 수행하기 위해 글로브 백을 사용

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

한다.

### 다. 천막(Tents)

밀폐된 공간에서 대형 기기의 연삭 및 정비작업을 할 경우 천막을 사용한다. 이 천막 안에는 환기시설 및 소용량의 방사성기기공작시설을 갖춘다.

### 라. 방사성기기공작실(Hot Machine shop)

이 지역에서는 방사성기기 및 오염된 기기에 대한 정비 작업이 수행된다.

### 마. 루프 밀봉(Loop Seals)

바닥배수계통은 오염된 공기가 바닥배수계통을 통하여 다른 지역이나 위/아래 층으로 확산되지 않도록 물이 채워진 루프밀봉 설계를 한다.

## 12.3.1.5 기기 개선

가. 원자로냉각재펌프는 카트리지 타입의 원자로냉각재펌프 밀봉으로 구성되어 있으며 이는 이미 입증된 신뢰할 수 있고 쉽게 교체할 수 있는 밀봉설계이다. 또한 원자로냉각재펌프 주변에 작업대를 설치함으로써 교체를 용이하게 한다. 이 설계는 2차 차폐벽 밖에서 혹은 저 선량 지역 밀봉을 제거하고 수리할 수 있게 한다. 그러므로 원자로냉각재펌프 밀봉의 정비를 수행하는데 걸리는 시간과 정비로 인한 방사선 피폭을 줄이게 된다.

### 나. 증기발생기 정비

정비 및 감시동안 접근성을 높이는 몇 가지 특징을 포함한다. 5.4.2절에 기술된 이 특징은 이러한 작업을 수행하는 동안 종사자가 받는 총 피폭을 감소시킨다. 이 특징들은 다음을 포함한다.

- 1) 감시와 정비 활동을 위한 자동화/로봇 장비의 이용
- 2) 적절한 작업(pull and laydown) 면적
- 3) 작업대
- 4) 검사구

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

- 5) 53.34 cm(21 in)로 증가된 정비용 출입구 크기
- 6) 용접부 검사를 용이하게 하는 제거 가능한 단열재의 사용
- 7) 부식생성물 생성을 줄이기 위해 전열관 재질로 인코넬 690 사용

또한 ALARA 목표를 달성할 수 있는 중요한 특징을 포함한다. 다음 사항이 여기에 포함된다.

- 1) 기기 신뢰도, 보수성, 접근성에 대한 고려
- 2) 부품설계, 즉 입자 침적을 최소화시키는 탱크설계, 배관설계 그리고 계기 설계
- 3) 계통세척 및 세염 기능
- 4) 방사성폐기물 저장화
- 5) 오염된 부품의 격리와 적절한 차폐
- 6) 잠금된 출입구를 통한 고방사선지역으로 접근 제한
- 7) 방사성액체, 수지 혹은 기체를 포함하는 배관은 차폐된 배관격실을 통하여 우회된다.

### 12.3.1.6 방사선구역 분류

방사선피폭을 ALARA로 유지하고 배치설계 및 차폐설계를 용이하게 하기 위하여 발전소를 방사선구역별로 분류한다. 이 방사선구역은 설계기준 최대 방사선량률을 나타낸다. 방사선구역 분류기준은 표 12.3-1에 제시되어 있다. 정상운전시 예상되는 각 격실에 대한 방사선구역은 표 12.3-2에 제시되어 있다. 보조건물 및 원자로건물에 대한 정상운전시 방사선구역도는 그림 12.3-1에 제시되어 있으며 복합건물에 대한 정상운전시 방사선구역도는 그림 12.3-2에 제시되어 있다.

일반적으로 터빈건물은 비방사선구역으로 분류되지만 정상운전 및 예상운전과도상태에서 복수탈염계통이 있는 격실은 방사능을 함유할 것으로 예상된다.

발전소 2차측 계통은 원자로냉각재의 누설에 의해 방사능 오염된다. 복수기진공배기계통 방사선감시기는 증기발생기 전열관의 누설을 감지한다.



감시계통 및 운전절차서는 증기발생기 전열관누설사고시 복수 및 취출계통이 2차측 냉각수를 처리하지 않도록 제한하고 있기 때문에 폐수지 및 여과기의 방사능은 비정상적인 원자로냉각재 누설사고나 증기발생기 전열관파손사고가 발생한다하더라도 크게 영향을 받지 않는다.

#### 12.3.1.7 사고 후 피폭선량을 ALARA로 유지하기 위한 설계고려사항

사고 후 발전소 통제를 위해 필요한 필수구역의 접근성을 평가할 때에는 직접방사선원 및 공기 중 방사선원을 고려한다. 발전소는 사고시 개인피폭선량이 원자력안전법 시행령 별표 1 및 NUREG-0737의 요건을 만족하도록 설계된다.

시료채취설비는 방사선피폭을 ALARA로 유지하기 위하여 NUREG-0737 및 규제지침서 1.97의 요건을 만족하는 사고후시료채취계통을 적용한다.

#### 12.3.1.8 사고시 방사선구역 분류

사고시 방사선구역도는 설계기준사고시 발전소의 접근성을 검토하기 위하여 작성되며, 종사자피폭선량을 ALARA로 유지하는데 도움을 준다. 사고시 방사선구역도는 12.2.3절에 기술된 사고시 차폐분석을 위한 방사선원항을 사용하여 작성한다.

아래의 필수구역은 0.15 mSv/hr 이하로 선량을 유지하며 사고시 상시체류가 허용된다.

가. 주제어실

나. 비상기술지원실

아래의 필수구역 및 계통은 간헐적인 접근이 허용되며 종사자 피폭선량이 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제25조 및 10 CFR 50 부록 A의 일반설계기준 19에 제시되어 있는 선량한도를 초과하지 않도록 설계된다.

가. 사고 후 시료채취 및 분석실

나. 계측제어계통 및 기기실

다. 전기기기실

라. 원격정지실

마. 컴퓨터실

위의 지역은 필수구역으로 구분되며 일반적인 발전소 비상대응절차가 검토된다. 다음 계통이 있는 지역은 사고시 접근을 필요로 하지만 필수구역으로 구분하지는 않는다.

- 가. 안전주입계통
- 나. 원자로건물살수계통
- 다. 정지냉각계통
- 라. 화학 및 체적제어계통

설계기준사고시 방사선구역 분류기준에 대해서는 표 12.3-3에 제시되어 있다. 사고시 방사선구역 및 방사선구역도는 표 12.3-4 및 그림 12.3-3에 제시되어 있다.

#### 12.3.1.9 필수구역 접근

본 절에서는 필수구역에 대한 사고 후 접근경로에 대해 기술한다. 필수구역에 대한 접근경로는 그림 12.3-3에 화살표로 표시되어 있다. 정상운전시 방사선관리구역으로의 출입은 복합건물 EL. 100'-0"에서만 가능하나 사고시에는 모든 층에서 비상접근 및 탈출이 가능하도록 하였다.

##### 가. 주제어실

주제어실은 사고시 상시체류가 허용된다. 이 지역의 설계선량률은 30일 평균 0.15 mSv/hr 및 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제25조 및 10 CFR 50 부록 A의 일반설계기준 19에 제시되어 있는 선량한도를 초과해서는 안된다. 주제어실은 보조건물 EL. 156'-0"에 위치한다. 주제어실은 복합건물을 통하여 접근하며 보조건물의 14-15, AH-AJ와 AB-AD에 있는 계단 및 엘리베이터를 이용하여 접근할 수 있다. 주제어실에 대한 접근경로는 그림 12.3-3(24 중 16)에 표시되어 있다.

| 1

##### 나. 비상기술지원실

비상기술지원실은 사고시 상시체류가 허용된다. 이 지역의 설계선량률은 30일 평균 0.15 mSv/hr 및 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제25조 및 10 CFR 50 부록 A의 일반설계기준 19에 제시되어 있는 선량한도를 초과해서는 안된다. 비상기술지원실은 보조건물 EL. 156'-0"에 위치한다. 비상기술지원실은 보조건물의 14-15, AH-AJ와 AB-AD에 있는 계단 및 엘리베이터를 이용하여 접근할 수 있다. 비상기술지원실에 대한 접근경로는 그림 12.3-3(24 중 16)에 표시되어 있다.

| 1

다. 사고 후 시료채취 및 분석실

사고 후 시료채취 및 분석실은 냉각재상실사고 후 필요할 경우에만 접근을 한다. 이 지역에 대한 선량기준은 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제25조 및 10 CFR 50 부록 A의 일반설계기준 19에 제시되어 있는 선량한도를 초과해서는 안된다. 사고 후 시료채취실은 보조건물 EL. 55'-0"에 위치하며 분석실은 복합건물 EL. 85'-0"에 위치한다. 동 지역에 대한 접근경로는 그림 12.3-3(24 중 1)에 표시되어 있다.

1

라. 원격정지실

원격정지실은 냉각재상실사고 후 원격정지가 필요할 때 접근한다. 이 지역에 대한 선량기준은 30일 평균 0.15 mSv/hr 선량률, 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제25조 및 10 CFR 50 부록 A의 일반설계기준 19에 제시되어 있는 선량한도를 초과해서는 안 된다. 원격정지실은 보조건물 EL. 137'-6"에 위치한다. 동 지역의 위치 및 접근경로는 그림 12.3-3(24 중 13)에 표시되어 있다.

1

12.3.1.10 해체설계기준

신고리 5,6호기는 발전소 해체가 용이하도록 설계되며, 방사성폐기물량을 최소화하고 종사자 피폭을 ALARA로 유지하는 한편 접근 편이성과 충분한 작업공간을 제공하기 위한 설계특성을 가지고 있다. 12.3.1.1절~12.3.1.7 및 12.3.2절에 기술된 발전소 운전시 적용된 방사선방호 설계특성은 발전소 해체시에도 동일하게 적용된다.

12.3.1.10.1 해체의 용이성

아래에 기술된 발전소 배치설계 특성은 발전소 해체작업을 용이하게 한다.

- 가. 12.3.1.1절 다항에 기술된 바와 같이 접근로 및 작업공간을 확보하고 기기해체 및 제거를 용이하게 하기 위해 기기를 인양할 수 있는 장비를 구비한다.
- 나. 천정크레인, 원자로건물 장비반입구 및 원자로건물 출입문 외부에 넓은 공간이 있어 원자로, 증기발생기, 가압기 등의 중하물 제거를 용이하게 한다.
- 다. 12.3.1.6절에 기술된 바와 같이 방사선구역을 비방사선구역으로부터 격리시키고 방사선구역은 방사선준위에 따라 여러 구역으로 분류된다.
- 라. 12.3.1.1절의 가항에 기술된 바와 같이 비방사성기기 해체시 불필요한 피폭을 방지하기 위해 비방사성계통과 기기들은 비방사성지역에 설치되거나 방사성계통 및 기기로부터 분리되어 설치된다.

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

- 마. 방사선구역의 벽과 바닥은 오염의 확산을 방지하고 시설물의 제염이 용이하도록 용이하도록 도장한다. 오염된 유체의 누설이 가능한 위치에는 연석(Curb)를 설치하여 오염물질의 확산을 방지한다.
- 바. 방사선구역의 환기계통들은 풍량 조절을 통한 격실별 정압, 부압을 설계함으로써 저방사선구역에서 고방사선구역으로 공기가 흐르도록 설계하여 공기중 방사성물질이 확산되지 않도록 설계한다.
- 사. 제염시 사용된 오염수의 확산방지를 위해 방사선구역 배수는 방사성 배수조로 수집된다.
- 아. 방사성물질을 포함하는 기기들은 잠재적인 고방사성입자의 침적을 제거하기 위하여 세척용 설비를 설치한다.
- 자. 배수배관은 방사성크러드의 축적을 방지하기 위해 정체 없이 중력에 의한 유동이 될 수 있도록 경사지게 배치한다.
- 차. 고방사선구역 내의 기기 조작 및 핵연료 취급을 보조하기 위해 원격장비를 설치한다.
- 카. 모터, 펌프를 포함한 일체형 기기는 접근 및 제거가 용이하도록 스킴드에 설치한다.
- 타. 모든 기기는 방사성 오염 준위의 감소를 위해 방사성크러드의 축적이 최소화 되도록 설계한다. 유체와 접하는 내부 표면에 갈라진 틈새가 없도록 설계하고 배관 고정장치(엘보우, 티 등)의 개수를 최소화하고 소켓용접 대신 맞대기용접을 사용한다.
- 파. 재질은 방사성 오염 준위가 최소화되는 재질로 선정한다. 부식생성물인 Co-60의 생성을 줄이기 위해 전열관 재질로는 인코넬 690을 사용하고 원자로 냉각재와 직접 접촉하는 배관 및 기기에 대해 코발트함량이 0.1 wt % 이하인 재질을 선택한다. 증기발생기 전열관의 코발트함량은 0.015 wt % 이하이다. 또한 12.3.1.3절에 기술된 바와 같이 방사성 입자의 생성을 감소시키기 위해 원자로냉각재펌프 베어링 내 안티몬의 함량을 최소화한다.
- 하. 시운전 및 정상운전 중 방사화 된 부식생성물의 생성을 감소시키기 위한 1차 계통 화학제어 지침이 명시되어 있다.

#### 12.3.1.10.2 해체시 발생하는 방사성폐기물 발생특성

해체과정에서는 운영중 발생하는 방사성폐기물과 다르게 다양한 형태와 다양한 준위의 방사성폐기물이 발생하며 해체시 발생하는 방사성폐기물의 특성은 처분장 인수기준, 해외사례 등을 고려하여 해체계획서에 반영할 예정이다.

#### 12.3.1.10.3 해체를 고려한 ALARA 특성

발전소 운전시 적용되는 ALARA 특성은 발전소 해체시에도 동일하게 적용된다. 신고리 5,6호기는 발전소 해체가 용이하도록 방사성폐기물량을 최소화하고 종사자 피폭을 ALARA로 유지하는 한편 접근 편의성과 충분한 작업공간을 제공하도록 설계된다.

#### 12.3.1.10.4 주기적 개정 계획

해체계획서는 국내법령에 따라 주기적으로 개정할 예정이다.

#### 12.3.1.10.5 해체 관련 기록 관리 방안

원전의 운영 및 건설 중 발생하는 운전 경험, 정비경험 및 설계변경 사항 등을 후속기에 지속적으로 반영할 수 있도록 관리하여 향후 해체계획 수립 및 신규원전 설계에 활용할 예정이다.

#### 12.3.1.10.6 해체 재원 충당

방사성폐기물관리법 제17조 및 동법 시행령 제12조 및 관련고시에 따라 충당금을 적립할 계획이다.

### 12.3.2 차폐

발전소의 차폐설계는 설계선량률과 설정된 설계요건에 따라 수행된다. 차폐설계는 12.2.1 절에 기술된 방사선원향과 차폐설계기준에 근거하여 결정된다.

#### 12.3.2.1 일반차폐설계기준

방사성 유체를 취급하는 모든 기기는 차폐하여야 하며 차폐체 두께는 기기의 예상운전조건, 설계선량률 및 차폐체 재질에 근거하여 결정된다.

차폐설계는 비제한구역 및 제한구역에서의 개인에 대한 선량한도를 규정하고 있는 원자력안전법 시행령, 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준) 및 10

CFR 50의 요건을 만족하도록 수행된다. 주제어실과 원자로건물 1차 차폐체는 안전성관련 차폐체이며, 원자력안전법 시행령 별표 1의 선량한도 요건을 만족하도록 설계된다.

개인, 기기 및 재질에 대한 방사선방호는 주로 발전소 차폐설계에 달려 있다. 방사선 차폐는 방사선 감쇠의 피동방호 기능을 가지며 방사선원과 작업종사자 또는 방호가 요구되는 기기 및 재질 사이에 설치되는 차폐체로 구성된다. 차폐계통은 발전소에서의 방사선 준위가 적용법규의 제한치를 만족시킬 뿐만 아니라 ALARA로 유지될 수 있도록 설계 및 설치된다. 이 목적을 적절히 달성하기 위해 설정된 설계선량률은 12.3.1절에 기술되며 표 12.3-1에 제시되어 있다.

차폐는 정상운전, 예상운전과도사건 및 설계기준사고와 관련된 각종 방사선원과 환경 조건하에서 발전소 수명기간 동안 방사선방호 기능을 적절히 수행할 수 있도록 다음과 같이 설계되어야 한다.

#### 가. 정상운전 조건

차폐설계시, 일반적으로 예상 운전과도상태를 포함한 정상운전 조건이 고려되며 정상운전에는 다음과 같은 2가지 운전모드가 고려된다.

- 1) 예상운전과도상태를 포함한 원자로의 정상출력운전
- 2) 재장전 작업을 포함한 원자로의 운전정지

차폐설계는 상기 운전조건 하에서 요구되는 방사선방호 기능을 제공하기 위하여 적절히 수행된다.

#### 나. 사고 조건

차폐설계는 15장에 정의된 예상 설계기준사고하에서 운전원 및 일반대중에 대하여 적절한 방호기능을 제공할 수 있도록 수행된다.

- 1) 주제어실 거주성

주제어실은 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제25조 및 10 CFR 50 부록 A의 일반설계기준 19에 규정된 설계요건에 준하여 설계되며 예상 설계기준사고가 발생한 후 사고기간 동안 이 구역의 접근 및 체류시 피폭되는 선량은 동 요건에 제시되어 있는 선량한도를 초과하지 않도록 차폐된다.

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

주제어실 및 관련지역을 보호하는 차폐체는 설계기준사고로 인한 방사선환경을 가정하여 설계된다.

### 2) 직접선량

사고시 발전소내에 존재하는 방사선원에 의한 제한구역경계에서의 선량이 10 CFR 100.11과 SRP 15장에 규정된 제한치 이하로 유지되도록 적절히 차폐 설계된다.

### 다. 내진범주

발전소 구조물은 내진범주 요건이 만족되도록 설계된다. 차폐벽은 방사선 방호요건 및 구조적 설계요건(구조적 건전성, 하중지지 능력 등)에 준하여 내진범주 I급, II급 또는 III급으로 설계된다.

원자로건물의 1차 차폐체, 주제어실의 차폐벽 및 사용후연료저장조의 차폐벽 등은 내진범주 I급으로 설계된다.

### 라. 기기 및 구조물 방호

차폐설계는 기기 및 구조물을 방호하기 위하여 아래와 같은 기능을 수행한다.

- 1) 방사선에 의한 콘크리트 구조물 내의 열 생성 제한
- 2) 중성자에 의한 기기의 방사화 방지
- 3) 기기 및 재질에 대한 방사선량 제한

### 마. 정비, 검사 및 시험 고려사항

정비, 검사 및 시험이 요구되는 기기가 설치되는 구역에는 적절한 접근과 충분한 체류시간을 보장하기 위하여 차폐가 제공된다.

### 바. 기타 고려사항

차폐체는 위에서 기술된 방사선방호 기능 외에 다른 기능적 요건을 가진다. 이는 일반적으로 제거 가능한 차폐체를 통한 접근 필요성과 같이 차폐체의 위치와 기기 또는 차폐체 내/외부지역으로의 접근 요건에 따라 달라진다.

### 12.3.2.2 차폐분석

발전소 차폐의 적절성을 입증하기 위한 계산은 12.2.1절에 기술된 방사선원과 아래에 기술된 방법을 사용하여 수행한다. 선량계산 지점은 방사성기기를 둘러싼 격실의 내부 및 외부가 될 수 있다. 격실 천장 및 바닥은 일반적으로 격실 벽의 두께와 동일하다.

방사성기기가 있는 격실은 천장까지 차폐가 되기 때문에 대기산란방사선은 무시한다.

발전소에서 중요한 방사선원은 전출력 운전시 원자로 노심이다. 1차 차폐체의 적절성을 입증하기 위하여 ANISN 전산프로그램과 MCNP 전산프로그램이 사용된다. 감마방사선원은 원자로건물 및 보조건물 전체에 분포된다. 감마선 차폐계산을 위해 ISOSHLD와 RUNT-G 전산프로그램이 사용된다. 다음은 감마선 차폐계산을 수행하는 일반적인 과정이다.

- 가. 선원 물질에 있는 주요 핵종의 방사능농도 결정
- 나. 방사능 누적, 희석, 붕괴 및 제거효과를 고려하여 방사능농도 조정
- 다. 방사능농도를 감마선원 강도로 변환
- 라. 선원 매질의 기하모형과 차폐체 모형에 가장 적합한 기하모델 선택
- 마. 선원과 차폐물질과의 감쇠특성에 관한 자료 정리
- 바. 원하는 지점에 대해 선량계산을 수행하고 설계선량률과의 비교분석을 위해 결과 정리

위의 계산을 수행하는데 필요한 전산프로그램들은 관련 규제요건 및 산업표준을 만족한다. 차폐분석에 사용되는 전산프로그램은 다음과 같다.

#### 가. ANISN

ANISN 전산프로그램은 가압경수로나 비등경수로의 원자로건물내 원자로의 1차 차폐체에 대한 차폐계산 및 생성열을 계산하는 프로그램이다. ANSIN은 판형, 실린더형, 구형의 구조에서 중성자나 감마선의 1차원 볼츠만 수송방정식을 푼다. 분산좌표해법이 사용되며, 1차원 공간격자에서 각 분할 방향에 따라 움직이는 입자의 밀도에 대해 중성자 평형 방정식을 푼다. 비등방 산란도 임의 차수에 대해 계산할 수 있다.



2

#### 나. ISOSHLD

2

ISOSHLD 프로그램은 선원의 에너지를 27군으로 구분하여 고정된 16가지 유형의 구조에 대해 감마선 선량률, 베타선량률 및 붕괴열 계산을 수행한다. 이 프로그램은 450종의 핵분열 생성물과 64종의 방사화생성물에 대한 방대한 핵자료와 20여 종의 차폐물질에 대한 질량감쇠계수와 누적계수에 대한 자료파일을 내장하고 있다. 원통형 구조를 포함한 일부 구조에 대해서는 해석적인 침수 및 표면선량률을 계산하기 위하여 감마선 차폐계산에 일반적으로 사용되는 포인트커널 대신에 선커널(Line Kernel) 방법을 사용하며, 원통형 침수 선원, 무한평면 선원, 원반형 선원 구조를 사용할 경우 감마선량률 외에 베타선량률도 계산할 수 있다. 이 외에도 자동 가우시안 사다리꼴 적분법을 이용하여 선원을 나누는 간격을 자동적으로 결정하는 기능이 있으며, RUNT-G 프로그램의 계산결과를 이 프로그램의 입력자료로 사용할 수 있는 기능이 있다.

#### 다. RUNT-G

2

RUNT-G는 다격실모델을 사용하여 시간에 따른 방사성핵종별 방사능량을 계산하는 RACER-II 전산프로그램과 가우스구적법의 선원구조모델을 사용하여 선원계산 시간에 따른 선량률을 계산하는 ISOSHLD 전산프로그램을 결합한 전산프로그램이다. 동 프로그램은 사다리꼴적분법을 사용하여 누적선량을 계산한다. 한편, RUNT-G 프로그램으로부터 계산된 격실 내 선원강도는 디스크 파일에 저장되어 QAD 전산프로그램의 입력자료로 사용될 수 있다.

2

#### 라. MCNP

2

몬테카를로 방법을 이용하는 MCNP는 난수(RANDOM NUMBER)를 생성하여 중성자, 전자, 광자들이 각 핵종들과 반응하는 거동특성을 통계적으로 분석하여 임계도, 핵단면적, 선량 등을 계산하는 프로그램이다. MCNP 전산프로그램은 다른 전산프로그램에 비해 사실적인 모사를 할 수 있고 계산결과가 신뢰성

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

이 높기 때문에 타 전산프로그램의 검증용으로 많이 사용된다. MCNP 전산프로그램은 적절한 입력자료를 사용하여 원자로공동을 통한 방사선흐름분석에 이용된다.

### 12.3.2.3 차폐설계

발전소설계는 표 12.3-1 및 표 12.3-3의 정상운전 및 사고조건에 대해 제시된 방사선분류 기준을 만족하도록 수행되어야 한다. 잠재적으로 1 Gy/hr 이상의 방사선량률이 예상되는 지역은 표 12.3-5에 제시되어 있다.

사용후연료집합체 이송으로 인해 일시적으로 1 Gy/hr를 초과하는 선원에 대해서도 적절히 차폐할 수 있도록 고려한다. 핵연료 이송관을 통하여 사용후연료집합체가 이송되는 동안 인접한 복도에서는 방사선준위가 상승한다. 핵연료이송관을 통하여 사용후연료를 이송하는 동안 원자로건물과 보조건물 사이의 연결부위를 통한 방사선흐름을 방지하기 위하여 연결형 건물 설계공법을 적용한다. 또한 핵연료이송관과 인접한 복도에 대해서는 방사선준위가 ALARA로 유지되도록 충분히 차폐를 하여 핵연료재장전 계획예방정비기간 중에도 종사자가 저방사선구역에서 정비 및 검사작업을 수행할 수 있도록 한다. 또한 핵연료이송관을 검사하기 위한 검사지역이 있으며 출입문을 사용하여 접근 통제한다.

사용후연료이송관 주위 지역은 사용후연료집합체 이송시에도 접근 가능하도록 충분히 차폐를 한다. 사용후연료집합체가 이송되는 동안의 예상방사선준위는 그림 12.3-4에 제시되어 있다.

일반적으로 배관로에는 간헐적인 접근이 요구된다. 밸브와 같은 방사성기기를 배관로에 설치하지 않음으로써 종사자 접근을 최소화하고 종사자피폭을 감소시킨다. 만약 종사자의 접근이 필요한 경우에는 방사선안전관리원이 배관로의 방사선준위를 확인하기 위하여 방사선준위를 측정한다. 필요하다면 임시차폐체를 사용하여 종사자 방사선피폭을 최소화한다. 만약 배관로 내의 주요 방사선원이 폐수지 또는 슬러리 이송관인 경우에는 종사자가 배관로 내에서 작업하기 전에 폐수지 이송작업이 수행되지 않는다는 것을 확인해야 한다. 폐수지이송관은 배관 내에 국부적인 고방사선구역이 형성되는 것을 방지하기 위하여 세척설비를 갖춘다.

노내계측기 격실은 노내계측기를 인출하는 동안 1 Gy/hr 이상의 매우 높은 방사선을 가질 것으로 예상된다. 그러므로 노내계측기를 인출하는 동안에는 이 지역에 대해 엄격한 접근통제가 실시되어야 한다. 노내계측기 격실의 출입문에는 경보등과 함께 열쇠를 사용하는 출입문이 설치된다. 노내계측기를 인출하는 동안에는 이를 알리기 위해 경보등을 켜고, 또한 방사선준위를 알리고 노내계측기가 인출되고 있다는 것을 알리기 위해 지역 방사선감시기가 설치된다. 이 지역에서의 비상탈출 역시 노내계측기 격실로부터 한다. 또한 방사선안전관리원은 노내계측기가 인출되고 있다는 것을 종사자에게 알리기 위해

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

노내계측기 격실 출입문에 고방사선표시를 붙여둔다.

발전소 차폐는 발전소종사자 뿐만 아니라 일반 주민에 대한 방사선피폭도 ALARA로 유지할 수 있도록 설계된다.

방사선차폐를 위한 설계 선량준위는 표 12.3-1에 제시된 방사선구역 분류기준을 적용한다.

### 12.3.3 환기

발전소 내 공기 중 방사능물질의 확산을 최소화하기 위하여 잠재적 오염가능성이 낮은 구역으로부터 잠재적 오염가능성이 높은 구역으로 공기가 흐르도록 환기계통을 설계한다. 공기 중 방사능 오염 가능성이 있는 격실에 대해서는 이 지역에서의 누설을 최소화하기 위해 공급되는 풍량보다 더 많은 양의 공기가 배기되도록 설계한다. 이러한 설계특성으로 인해 일반적으로 거주하는 구역에 대한 공기 중 방사능물질의 평균 농도는 작업자의 연간 섭취량이 연간 섭취한도의 10% 이하로 유지되며 오염된 공기의 흡입 및 오염된 공기에서의 침착으로 인한 개인피폭선량은 ALARA로 유지된다.

공기 중 방사능감시기에 대해서는 11.5절에 상세히 기술되어 있다. 공정유출물감시기의 대략적인 위치는 그림 9.4.1-1, 그림 9.4.2-1, 그림 9.4.4-1, 그림 9.4.5-1 및 그림 9.4.7-1에 제시되어 있다. 공기 중 방사능감시기는 여과기의 전단에 설치된다.

공기조화계통은 9.4절에 상세히 기술된다.

### 12.3.4 지역 방사선 및 공기중 방사선감시설비

지역방사선 및 공기중 방사선감시계통은 소내 여러 지역의 방사선준위를 측정하기 위해 설치된다.

#### 12.3.4.1 지역 방사선감시계통

지역 방사선감시계통은 발전소 내 선정된 위치의 방사능 준위를 감시한다. 대부분의 지역 방사선감시기는 방사능사고 발생시 지시설비를 통해 운전원과 작업종사자에게 경고하도록 설계된다. 일부 방사선감시기들은 안전에 중요한 기기의 정비를 위해 접근이 필요한 지역의 사고 후 방사능준위를 감시하도록 설계된다. 사고 후 방사능준위를 감시하는 감시기는 규제지침서 1.97 요건에 따라 설계된다. 지역방사선감시계통은 현장 표시등과 경보기로 구성된다. 소음지역 내에서 고방사선 조건을 현장종사자에게 신속히 제공해야 할 필요가 있는 경우에는 추가적인 표시등이 제공될 수 있다.

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

### 12.3.4.1.1 설계 기준

지역방사선감시계통은 방사선 과피폭을 방지하기 위하여 비정상적인 고방사선 조건으로 변경되는 경우 해당 상태를 운전원과 현장종사자에게 경고하는데 사용된다. 지역방사선 감시기는 잠재적으로 심각한 방사능준위 발생이 예상되는 장소에 설치된다. 지역방사선 감시기는 사고 후 접근이 요구되는 안전성관련 기기가 위치한 지역에도 설치된다.

지역방사선감시기들은 특정 공정분야에도 사용된다. 주증기배관 근처에 설치된 지역방사선 감시기들은 증기발생기 전열관누설이나 손상을 감시하는데 사용되고, 고준위 지역감지기들은 사고 후 원자로건물 대기 방사능농도와 1차냉각재 방사능준위를 평가하는데 사용된다.

감시기의 민감도와 감시범위는 규제지침서 8.2, 8.8 및 1.97과 10 CFR 20의 제한치에 따라 예상사고와 과도현상을 포함한 정상운전시에 예상되는 최대 및 최소농도에 근거한다.

안전기능을 수행하는 방사선감시계통은 단일고장, 분리, 격리, 환경보증요건 및 지진보증요건을 만족시키기 위해 IEEE 323, KEPIC ENB 2000(해외구매 품목은 IEEE 344) 및 KEPIC ENB 1100(해외구매 품목은 IEEE 603)기준에 따라 설계된다. 이 방사선감시계통은 11.5절에서 기술한 공정 및 유출방사선감시계통과 함께 보조기기 공학적안전설비계통을 구성한다. 이 감시기들의 공학적안전설비계통 기능의 안전평가는 7.3절에 기술되어 있다.

### 12.3.4.1.2 계통 설명

지역방사선감시계통은 감마 방사능준위를 감지하기 위하여 가이거-물리(GM)관이나 이온 전리함 검출기 및 마이크로프로세서로 구성된다. 마이크로프로세서를 이용한 각 감시기는 1개 이상의 검출기로 구성되어 다중 지역을 감시할 수 있다. 검출기는 특정 감시분야에 필요한 범위를 근거로 하여 선정된다. 일부 지역은 사고 감시기능이나 전문적인 운전기능을 담당하는 고준위 감지기의 구성이 요구된다.

각 감시기의 마이크로프로세서로부터 방사능준위 신호 및 경보와 운전상태경보가 발생되어 현장경보를 발생시키고 정보처리계통, 주요변수지시 및 경보계통-N과 기타 연계계통으로 신호를 전송한다. 마이크로프로세서로부터 발생한 방사능준위 신호는 디지털 통신 포트와 아날로그 출력을 통해 전송된다. 경보접점은 방사선, 고방사선 및 운전상태경보를 제공한다.

지역방사선감시기 목록과 해당 방사선감시기의 내진범주, 공급전원 및 측정 범위는 표 12.3-6에 기술된다.

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

지역방사선감시기는 발전소 작업지역 내의 예상 접근빈도, 체류기간 및 잠재적 방사능준위에 근거하여 설치된다.

가. 일반적으로 배관격실과 같이 고방사능구역이면서 접근이 필요없는 지역에는 지역방사선감시기가 설치되지 않는다.

나. 빈번한 접근이 요구되고 정상시에는 낮은 방사능준위를 유지하지만 잠재적으로 고방사선구역이 될 수 있는 장소에는 지역방사선감시기를 설치한다. 사고 후에 해당 지역은 기기 및 종사자 출입구 외부에 있는 통로들과 같이 고방사선구역이 될 수도 있다.

사고 후에 발전소 종사자는 방사선 관리구역으로부터 벗어난다. 방사선방호 요원은 발전소 종사자의 피폭량을 최소화하기 위해 방사선관리구역을 경유하여 필수지역까지의 최적 경로를 결정하기 위한 분석을 휴대용 방사선감시기를 이용하여 수행한다. 방사선방호 요원은 방사선관리구역으로 운전원과 정비 인원을 안내하고 휴대용감시기를 이용하여 해당 방사선준위를 계속 감시한다. 발전소에 설치된 지역방사선감시기는 고방사능 준위를 감지하면 음향 및 시각경보를 제공한다.

### 12.3.4.1.3 특정 지역방사선감시기

아래에 기술된 지역 방사선감시기는 공정감시기능이나 기타 전문감시분야에 사용된다.

가. 주증기배관 및 N-16 방사선감시기

해당 방사선감시기는 각 주증기배관의 주증기안전밸브 및 주증기대기방출밸브 근처에 설치된다. 방사선감시기는 증기발생기 전열관 손상으로 인해 1차측에서 2차측으로 방사능 누설이 감지될 경우 주제어실에 경보를 제공한다.

나. 원자로건물 고준위 지역방사선감시기

원자로건물 고준위 지역방사선감시기는 원자로냉각재계통의 영향으로부터 떨어진 원자로건물 내부의 고준위 감마 방사선을 측정하는 물리적으로 독립되고 전기적으로 격리된 감지기들로 구성된다.

다. 안전관련 지역방사선감시기

공학적안전설비를 작동시키는 안전관련 지역방사선감시기로는 원자로건물 고준위지역감시기와 사용후연료저장조 지역감시기가 설치되며, 해당 감시기들은 원자로건물 퍼지 격리작동신호와 핵연료지역 비상배기작동신호를 생성하는 추

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

가적 안전기능을 수행한다. 핵연료지역 비상배기작동신호는 핵연료지역 정상 배기계통을 차단시키고, 비상배기계통을 작동시킨다. 원자로건물폐지격리작동 신호는 원자로건물폐지계통을 차단시킨다.

### 12.3.4.2 공기중 방사능감시계통

공기조화계통과 해당 지역에 설치된 공기중 방사선감시기는 발전소의 공기 중 방사능준위에 대한 지속적인 정보를 운전원에게 제공한다. 방사선감시기들에 대한 정보는 11.5절과 표 11.5-1에 기술된다. 공기중 방사선감시기들은 다음과 같다.

- 가. 고에너지배관지역 공기조화계통 유출물방사선감시기
- 나. 보조건물관리지역 공기조화계통 유출물방사선감시기
- 다. 원자로건물폐지 방사선감시기
- 라. 원자로건물 공기방사선감시기
- 마. 핵연료취급지역 공기조화계통 유출물방사선감시기
- 바. 복수기진공펌프 배기방사선감시기
- 사. 주제어실 외부공기 흡입구방사선감시기
- 아. 복합건물 공기조화계통 유출물방사선감시기
- 자. 기타 공정방사선감시기

#### 12.3.4.2.1 설계 기준

공기중 방사선감시기의 설계 기준은 11.5.1.1절에 기술되어 있다.

#### 12.3.4.2.2 계통 설명

공기중 방사선감시기의 설명은 11.5.1.2절에 기술되어 있다.

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 12.3-1

### 정상운전시 방사선구역 분류기준

구역 분류 <sup>1)</sup>	설계 선량률 <sup>2)</sup> (mSv/hr)	구역 설명
1	$DR \leq 0.001$	일반출입통제, 비제한 출입
2	$0.001 < DR \leq 0.01$	통제, 제한출입, 40시간/주
3	$0.01 < DR \leq 0.05$	통제, 제한출입, 8~40시간/주
4	$0.05 < DR \leq 0.2$	통제, 제한출입, 2~8 시간/주
5	$0.2 < DR \leq 1$	통제, 제한출입, 20분~2시간/주
6	$1 < DR \leq 10$	통제, 방사선방호종사자만 출입가능
7	$10 < DR \leq 5,000$	통제, 방사선방호종사자만 출입가능
8	$DR > 5,000$	통제, 방사선방호종사자만 출입가능

- 1) 방사선구역 1은 일반관리구역으로서 구역내 감시가 필요한 지역에 대해 주기적으로 방사선(능) 준위를 측정하고 필요시 접근 통제한다. 방사선구역 6, 7, 8은 고방사선구역으로 분류한다.
- 2) DR(dose rate)은 방사선원 또는 차폐체로부터 30 cm 떨어진 위치에서의 선량률을 의미한다.

표 12.3-2 (4 중 1)

정상운전 및 운전정지시 방사선구역

격 실	정상운전	운전정지
보조/원자로건물 EL. 55'-0", 그림 12.3-1(9 중 1)		
원자로건물살수열교환기 격실	4	7
정지냉각열교환기 격실	6	7
화학배수집수정 펌프 격실	3	3
기기배수집수정 펌프 격실	5	5
방사성 바닥배수 집수정 펌프 격실	4	4
안전주입펌프 격실 <sup>1)</sup>	6	7
원자로건물 살수펌프 및 최소유량열교환기 격실	6	7
정지냉각펌프 및 최소유량열교환기 격실	6	7
화학 및 체적제어계통 화학제 주입설비 격실	2	2
기기냉각수 펌프 격실	2	2
붕소측정 격실	5	5
공정방사선감시기 격실	4	4
2차측 시료채취펌프 격실	3	3
충전펌프 격실	6	6
충전펌프 최소유량 열교환기 격실	6	6
복수회수설비 격실	2	2
일차측 배기가스 시료채취 펌프 격실	5	5
사고후 시료채취 격실	5	5
사고후 시료채취제어반 격실	2	2
기기배수탱크 격실	6	6
원자로배수펌프 격실	6	6
보조충전펌프 격실	6	6
노내계측기 설비공동	8	8
보조/원자로건물 EL. 78'-0", 그림 12.3-1(9 중 2)		
탈기기 격실	7	7
원자로배수 여과기 격실	7	7
사용후연료저장조 정화여과기 격실	7	7

- 1) 안전주입 펌프는 사고시에만 사용하는 기기로서 정상운전 및 핵연료재장전시에는 사용되지 않는 기기이지만 정지냉각펌프 및 열교환기 관련 배관이 지나가는 격실에 해당되므로 위와 같이 방사선구역을 분류하였음.



표 12.3-2 (4 중 2)

격 실	정상운전	운전정지
사용후연료저장조 탈염기 격실	7	7
정화여과기 격실	8	8
원자로보충수여과기 격실	3	3
증기발생기취출계통 여과기 격실	7	7
밀봉주입여과기 격실	7	7
봉산수여과기 격실	6	6
사용후연료저장조 정화탈염기 격실	7	7
증기발생기취출계통 탈염기 격실	7	7
수용진이온교환기 격실	7	7
정화이온교환기 격실	8	8
봉산수농축이온교환기 격실	3	3
봉소제거이온교환기 격실	7	7
사용후연료저장조 정화펌프 격실	3	3
봉산농축기 격실	5	5
고에너지배관파단 배기 공기정화기 격실	3	3
고에너지배관파단 공급 공기조화기 격실	2	2
수용체적탱크 격실	5	5
보조건물 중간층 EL. 68'-0" & 77'-0", 그림 12.3-1(9 중 3)		
밸브조작지역	2	2
밸브 격실	6	6
보조/원자로건물 EL. 100'-0", 그림 12.3-1(9 중 4)		
기계적 관통부 격실	6	6
원자로건물 출입문 입구	2	2
보조건물 관리지역공급 공기조절기 격실	2	2
체적제어탱크 격실	7	7
사용후연료저장조냉각 펌프 열교환기 격실	3	3
원자로배수탱크 격실	7	7
유출수열교환기 격실	7	7
보조/원자로건물 EL. 120'-0", 그림 12.3-1(9 중 5)		
사용후연료선적조	3	3
사용후연료제염수조	3	3
사용후연료저장조	8	8

1

1

1

1

표 12.3-2 (4 중 3)

격 실	정상운전	운전정지
증기발생기취출계통 재생열교환기 격실	4	4
기계적관통부 격실	6	6
재생열교환기 격실	7	7
재장전수조지역	7	7
핵연료취급지역 정상공급 공기조화기 격실	2	2
보조/원자로건물 EL. 137'-6", 그림 12.3-1(9 중 6)		
보조건물관리지역 공급 공기조절기 격실	2	2
가압기 공동	7	7
핵연료취급지역 정상배기 공기조화기 격실	2	2
핵연료취급지역 비상배기 공기조화기 격실	2	2
보조/원자로건물 EL. 156'-0" , 그림 12.3-1(9 중 7)		
핵연료취급 운전지역	3	3
방사성장비 보관실	3	3
보조/원자로건물 EL. 172'-0", 그림 12.3-1(9 중 8)		
주제어실 공급 공기조화기 및 공기조화기 격실	1	1
원자로건물 고용량배기 공기조화기 격실	2	2
복합건물 EL. 63'-0", 그림 12.3-2(7 중 1)		
감시탱크 격실	3	3
감시탱크펌프 격실	3	3
시료채취 격실	5	5
화학배수 집수조 펌프 격실	3	3
세탁폐액계통 배수탱크 및 집수조 펌프 격실	3	3
화학폐액탱크 격실	5	5
화학폐액펌프 격실	4	4
액체방사성폐기물관리계통 밀봉수 재순환기기 격실	3	3
저방사성폐수지 저장탱크 격실	7	7
폐수지장기저장탱크 격실	8	8
폐수지장기저장탱크 집수조 펌프 격실	5	5

1

1

1

1

1

표 12.3-2 (4 중 4)

격 실	정상운전	운전정지
바닥배수탱크 격실	6	6
바닥배수펌프 격실	5	5
기기폐액탱크 격실	6	6
기기폐액 펌프 격실	5	5
기체방사성폐기물관리계통 모관 배수 탱크	7	7
기체방사성폐기물관리계통 유입 스킴드 격실	6	6
복합건물 EL. 77'-0", 그림 12.3-2(7 중 2)		
방사성배관로	6	6
복합건물 EL. 85'-0", 그림 12.3-2(7 중 3)		
1차측 시료채취 격실	2	2
1차측 시료배수대 격실	5	5
DAW 건조 & 탈수기기 격실	3	3
Capping Area(드럼포장지역)	2	2
활성탄보호대 격실	7	7
탈염기 격실	7	7
기체방사성폐기물 건조 스킴드 격실	6	6
복합건물 EL. 100'-0", 그림 12.3-2(7 중 4)		
폐여과기 드럼저장 지역	8	8
방사성폐기물드럼 저장지역	7	7
방사성기기 공작실	3	3
화학약품 저장지역	2	2
활성탄지연대 격실	7	7
기체방사성폐기물관리계통 기기제거지역	4	4
트럭베이	2	2
복합건물 EL. 120'-0", 그림 12.3-2(7 중 5)		
기체방사성폐기물 시료채취밸브 격실	6	6
기체방사성폐기물 시료채취제어판넬 격실	2	2
기체방사성폐기물관리계통 배기방사능감시기 격실	2	2
복합건물 EL. 139'-6", 그림 12.3-2(7 중 6)		
배기 공기정화기 격실	3	3

# 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 12.3-3

사고시 방사선구역 분류기준

방사선구역	선량률(mSv/hr)	구역설명
1	$DR \leq 0.15$	연속적인 체류 허용
2	$0.15 < DR \leq 1$	수시출입가능
3	$1 < DR \leq 10$	출입가능 (5~50시간)
4	$10 < DR \leq 100$	제한출입(0.5~5시간)
5	$100 < DR \leq 1,000$	통제출입(3~30분)
6	$1,000 < DR \leq 5,000$	통제출입
7	$DR > 5,000$	인명구조시에만 출입

# 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 12.3-4 (3 중 1)

## 사고시 방사선구역

격 실	사고후 1시간	사고후 1일	사고후 1주일
보조/원자로건물 EL. 55'-0", 그림 12.3-3 (24 중 1, 2, 3)			
원자로건물살수 열교환기 격실	7	7	7
정지냉각열교환기 격실	7	7	7
화학배수집수정 펌프 격실	3 <sup>1)</sup>	2 <sup>1)</sup>	1 <sup>1)</sup>
기기배수집수정 펌프 격실	3 <sup>1)</sup>	2 <sup>1)</sup>	1 <sup>1)</sup>
방사성바닥배수 집수정 펌프 격실	3	2	1
안전주입펌프 격실	7	7	7
원자로건물 살수펌프 및 최소유량열교환기 격실	7	7	7
정지냉각펌프 및 최소유량열교환기 격실	7	7	7
화학 및 체적제어계통 화학제 주입설비 격실	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>
기기냉각수 펌프 격실	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>
붕소 측정 격실	2 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>
공정방사선감시기 격실	2 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>
2차측 시료채취펌프 격실	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>
충전펌프 격실	3 <sup>2)</sup>	2 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>
충전펌프 최소유량열교환기 격실	3 <sup>2)</sup>	2 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>
복수회수설비 격실	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>
일차측 배기가스 시료채취 펌프 격실	3	2	1
사고후 시료채취 격실	7 <sup>3)</sup>	6 <sup>3)</sup>	5 <sup>3)</sup>
사고후 시료채취 제어반 격실	2	2	1
기기배수탱크 격실	4 <sup>2)</sup>	3 <sup>2)</sup>	2 <sup>2)</sup>
원자로배수펌프 격실	3 <sup>2)</sup>	2 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>
보조충전펌프 격실	3 <sup>2)</sup>	2 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>
노내계측기 설비공동	7	7	7
보조/원자로건물 EL. 78'-0", 그림 12.3-3 (24 중 4, 5, 6)			
원자로건물 지역	7	7	7
원자로건물내재장전수탱크	7	7	7
탈기기 격실	5 <sup>2)</sup>	4 <sup>2)</sup>	3 <sup>2)</sup>
여과기 격실	6 <sup>2)</sup>	6 <sup>2)</sup>	6 <sup>2)</sup>
사용후연료저장조 탈염기 격실	4 <sup>2)</sup>	4 <sup>2)</sup>	4 <sup>2)</sup>

표 12.3-4 (3 중 2)

격 실	사고후 1시간	사고후 1일	사고후 1주일
사용후연료저장조 정화펌프 격실	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>
붕산농축기 격실	2 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>
고에너지배관파단 배기 공기정화기 격실	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>
고에너지배관파단 공급 공기조화기 격실	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>
수용체적탱크 격실	7	7	7
보조/원자로건물 EL. 100'-0", 그림 12.3-3 (24 중 7, 8, 9)			
원자로건물 지역	7	7	7
기계적관통부 격실	7 <sup>4)</sup>	7 <sup>4)</sup>	7 <sup>4)</sup>
전기기기실	1	1	1
원자로건물 출입문 입구	6 <sup>5)</sup>	5 <sup>5)</sup>	4 <sup>5)</sup>
보조건물 관리지역공급 공기조화기 격실	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>
체적제어탱크 격실	6 <sup>2)</sup>	6 <sup>2)</sup>	5 <sup>2)</sup>
사용후연료저장조냉각 펌프 열교환기 격실	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>
원자로배수탱크 격실	7	7	7
유출수열교환기 격실	7	7	7
보조/원자로건물 EL. 120'-0", 그림 12.3-3 (24 중 10, 11, 12)			
사용후연료 선적조	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>
사용후연료 제염수조	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>
사용후연료저장조 A, B	7 <sup>2)</sup>	7 <sup>2)</sup>	7 <sup>2)</sup>
증기발생기취출계통 재생열교환기 격실	3 <sup>1)</sup>	2 <sup>1)</sup>	1 <sup>1)</sup>
기계적관통부 격실	7 <sup>4)</sup>	7 <sup>4)</sup>	7 <sup>4)</sup>
핵연료취급지역 정상공급 공기조화기 격실	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>
보조건물 관리지역 비상배기 공기정화기 격실	4	5	5
재생열교환기 격실	7	7	7
재장전수조지역	7	7	7
원자로건물지역	7	7	7
전기기기관통부 격실	2 <sup>6)</sup>	2 <sup>6)</sup>	1 <sup>6)</sup>

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 12.3-4 (3 중 3)

격 실	사고후 1시간	사고후 1일	사고후 1주일
보조/원자로건물 EL. 137'-6", 그림 12.3-3 (24 중 13, 14, 15)			
주증기밸브 격실	2	1	1
보조건물관리지역 공급 공기조화기 격실	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>
가압기 공동	7	7	7
보조/원자로건물 EL. 156'-0", 그림 12.3-3 (24 중 16, 17, 18)			
원자로건물 지역	7	7	7
계측설비 격실	2	1	1
원자로건물 장비 반입구 접근지역	6	5	4
핵연료취급 운전지역	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>
방사성도구 보관실	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>
보조/원자로건물 EL. 172'-0", 그림 12.3-3 (24 중 19, 20, 21)			
원자로건물 지역	7	7	7
주제어실 공급 공기정화기 및 공기조화기 격실	3	3	3
원자로건물 고용량배기 공기조화기 격실	3	2	1

- 
- 1) 이 지역에 있는 사고시 영향을 받는 배관으로부터의 방사선산란 및 흐름 가정
  - 2) 방사선구역이 사고로 인해 영향을 받지 않는 지역, 즉 정상운전시와 방사선구역이 동일한 지역
  - 3) 이 지역에서 사고 후 시료채취 작업이 수행된다고 가정
  - 4) 사고시 영향을 받는 배관이 존재한다고 가정
  - 5) 원자로건물 인원출입구를 통한 방사선흐름이 존재
  - 6) 이 지역에 차폐가 취약하거나 차폐되지 않은 관통부가 있다고 가정

표 12.3-5

1 Gy/hr 이상의 고방사선구역<sup>1)</sup>

구 역	위 치
보조/원자로건물 EL. 55'-0", 그림 12.3-1 (9 중 1)	
노내계측설비 격실	F-G, 18-19
보조/원자로건물 EL. 78'-0", 그림 12.3-1 (9 중 2)	
수용전이온교환기 격실	C-D, 23-24
정화 이온교환기 격실	B-C, 23-24
정화여과기 격실	C-D, 24-25
원자로공동	E-G, 18-20
보조/원자로건물 EL. 100'-0", 그림 12.3-1 (9 중 4)	
체적제어탱크 격실	D-E, 24-25
원자로배수탱크 격실	E-F, 16-17
보조/원자로건물 EL. 120'-0", 그림 12.3-1 (9 중 5)	
재장전수조 지역	E-G, 17-21
핵연료이송관 지역 <sup>2)</sup>	F-G, 21-23
사용후연료저장조 A, B	G-H, 23-28
사용후연료선적조 <sup>2)</sup>	H-I, 25-26
재장전수로 <sup>2)</sup>	F-G, 23-25
복합건물 EL. 100'-0", 그림 12.3-2 (7 중 4)	
폐여과기 드럼저장 지역	I-J, 37-39

2

1) 정상운전조건 및 예상운전과도 조건

2) 이 지역에 핵연료가 있을 경우



표 12.3-6 (3 중 1)

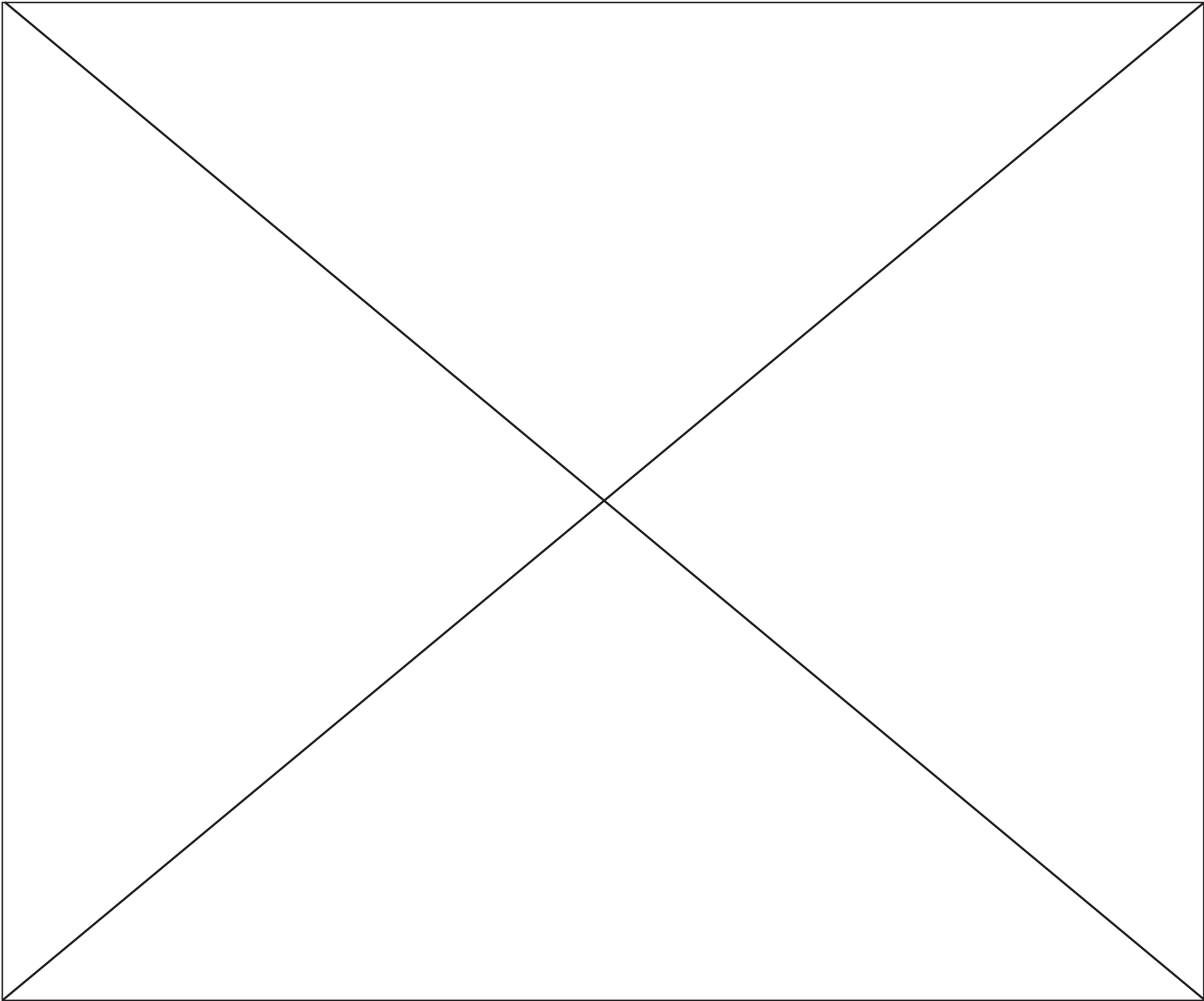
지역방사선감시계통

설치장소	기기번호	설계등급 <sup>1)</sup>				설정치 (mSv/hr)	감시범위 (mSv/hr) <sup>2)</sup>	기능 및 비고
		S	SE	Q	E	경고/고경보		
사고 후 1차시료채취실	RE-205	N	III	S	N	0.01/0.15	$10^{-3} \sim 10^2$	· 지시 및 경보(주제어실, 현장)
정상운전 1차시료채취실	RE-285	N	III	S	N	0.01/0.05	$10^{-3} \sim 10^2$	· 지시 및 경보(주제어실, 현장)
주증기 배관지역	RE-217 RE-218 RE-219 RE-220	N	II	A	N	0.002/0.01 (5 l/hr/10 l/hr) <sup>3)</sup>	$10^{-3} \sim 10^2$ (주 3)	· 지시 및 경보(주제어실, 현장)
주증기 및 주급수 원자로건물 관통지역	RE-237 RE-238	N	II	A	N	2/5	$10^{-3} \sim 10^2$	· 지시 및 경보(주제어실, 현장)
원자로건물 운전지역 감시기 및 원자로건 물 상부 운전지역	RE-231A RE-232B	3	I	Q	A B	0.5(0.025)/ 2.5(0.125) <sup>4)</sup>	$10^{-3} \sim 10^2$	· 지시 및 경보(주제어실, 현장) · 원자로건물퍼지격리작동신호
고준위감시기	RE-233A RE-234B	3	I	Q	A B	14/28	$10^1 \sim 10^8$	· 지시 및 경보(주제어실, 현장) · 원자로건물퍼지격리작동신호
노심계측기 지역	RE-235	N	II	A	N	0.5(0.025)/ 2.5(0.125) <sup>4)</sup>	$10^{-3} \sim 10^2$	· 지시 및 경보(주제어실, 현장)
원자로건물 종사자 출입구 지역	RE-236	N	II	A	N	0.2/1	$10^{-3} \sim 10^2$	· 지시 및 경보(주제어실, 현장)

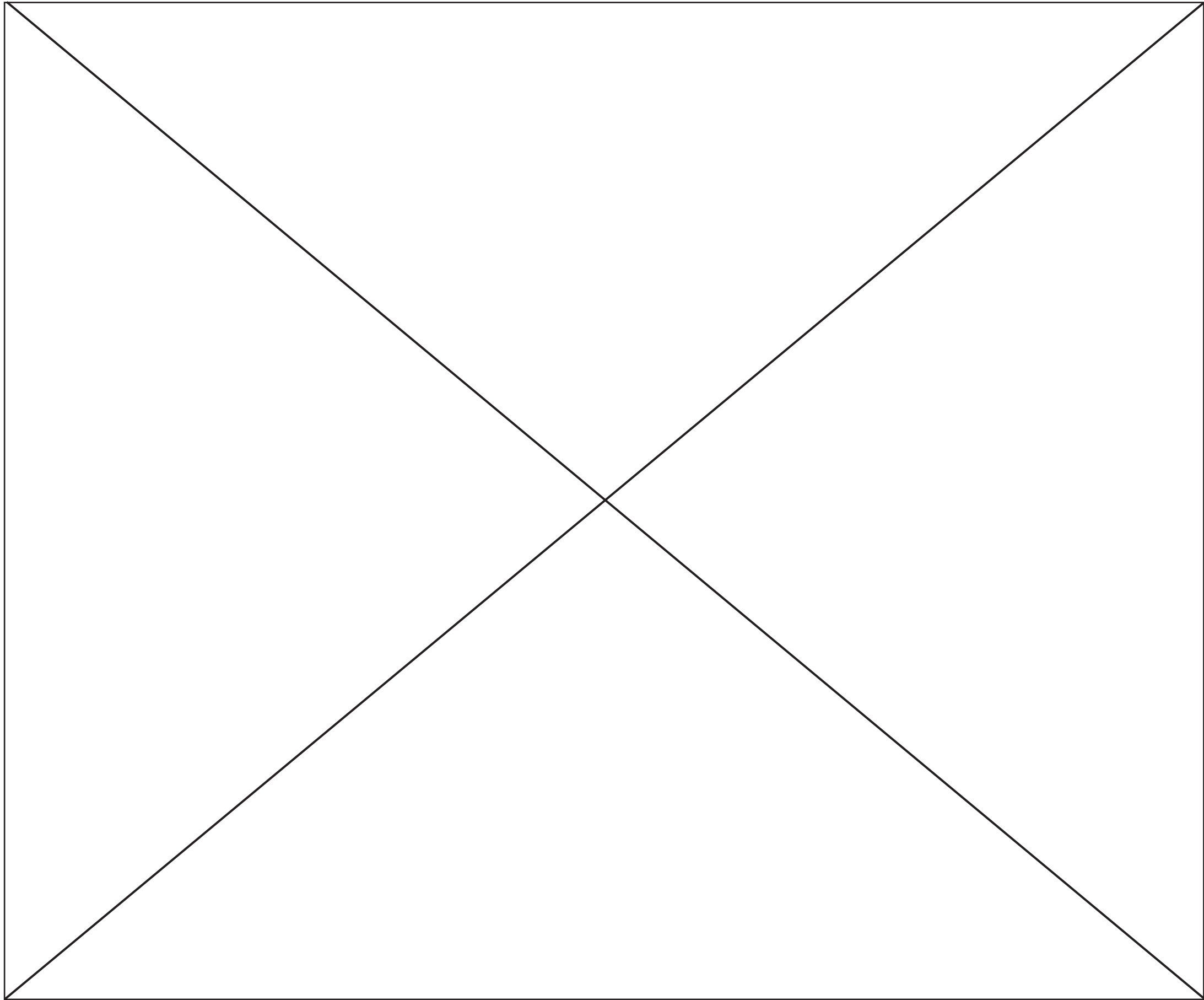
표 12.3-6 (3 중 2)

설치장소	기기번호	설계등급 <sup>1)</sup>				설정치 (mSv/hr)	감시범위 (mSv/hr) <sup>2)</sup>	기능 및 비고
		S	SE	Q	E	경고/고경보		
사용·후연료저장조 지역	RE-241A RE-242B RE-243A RE-244B	3	I	Q	A B A B	0.025/0.125	$10^{-3} \sim 10^2$	· 지시 및 경보(주제어실, 현장) · 핵연료취급지역비상배기작동신 호
신연료 저장지역	RE-245	N	II	A	N	0.01/0.05	$10^{-3} \sim 10^2$	· 지시 및 경보(주제어실, 복합 건물 제어실 현장)
고방사능기기 공작실지역	0-RE-293	N	III	S	N	0.01/0.05	$10^{-3} \sim 10^2$	· 지시 및 경보(주제어실, 복합 건물 제어실 현장)
저준위 실험실	RE-257	N	III	S	N	0.05/0.25	$10^{-3} \sim 10^2$	· 지시 및 경보(주제어실, 현장)
계측기 교정실	0-RE-286	N	III	S	N	0.01/0.05	$10^{-3} \sim 10^2$	· 지시 및 경보(주제어실, 복합 건물 제어실 현장)
주제어실 지역	RE-275	N	II	A	N	0.001/0.15	$10^{-3} \sim 10^2$	· 지시 및 경보(주제어실, 현장)
비상기술지원실 지역	RE-279	N	III	A	N	0.001/0.15	$10^{-3} \sim 10^2$	· 지시 및 경보(주제어실, 현장)
고체방사성폐기물 트럭베이 지역	0-RE-289	N	III	S	N	0.01/0.05	$10^{-3} \sim 10^2$	· 지시 및 경보(주제어실, 복합 건물 제어실 현장)
방사성폐기물 드럼 저장지역	0-RE-292	N	III	S	N	1/5	$10^{-3} \sim 10^2$	· 지시 및 경보(주제어실, 복합 건물 제어실 현장)
복합건물 건조폐기물 저장지역	0-RE-284	N	III	S	N	0.05/0.25	$10^{-3} \sim 10^2$	· 지시 및 경보(주제어실, 복합 건물 제어실 현장)

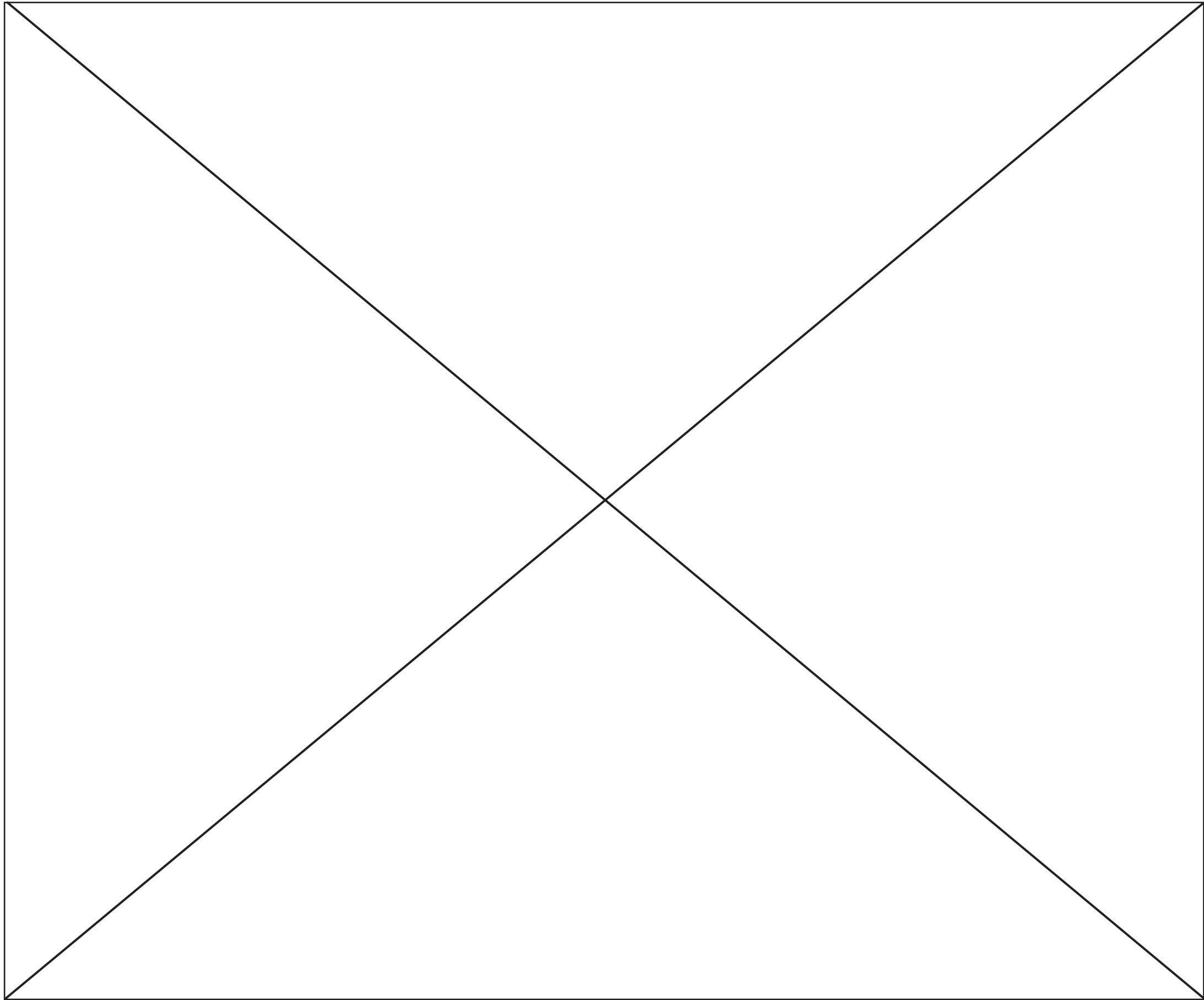
- 1) S : 안전등급[ANSI/ANS 51.1 및 원자력안전위원회고시 제2014-15호(원자로시설의 안전등급과 등급별 규격에 관한 규정);  
1=SC-1, 2=SC-2, 3=SC-3, N=NNS)  
SE : 내진범주; I, II, III  
E : 전기등급; A, B, C, D=1E급, N=비1E급  
Q : 품질등급; Q, A, S
- 2) 측정용 방사선감지기 유형 및 교정핵종  
지역 : GM 튜브 또는 이온전리함
- 3) 감지기 유형 : N-16(0.8~160,000 L/hr)
- 4) 경고/고경보 설정치는 정상운전시를 기준으로 한 값이며, 팔호안의 값은 핵연료 재장전 작업시의 설정값임.



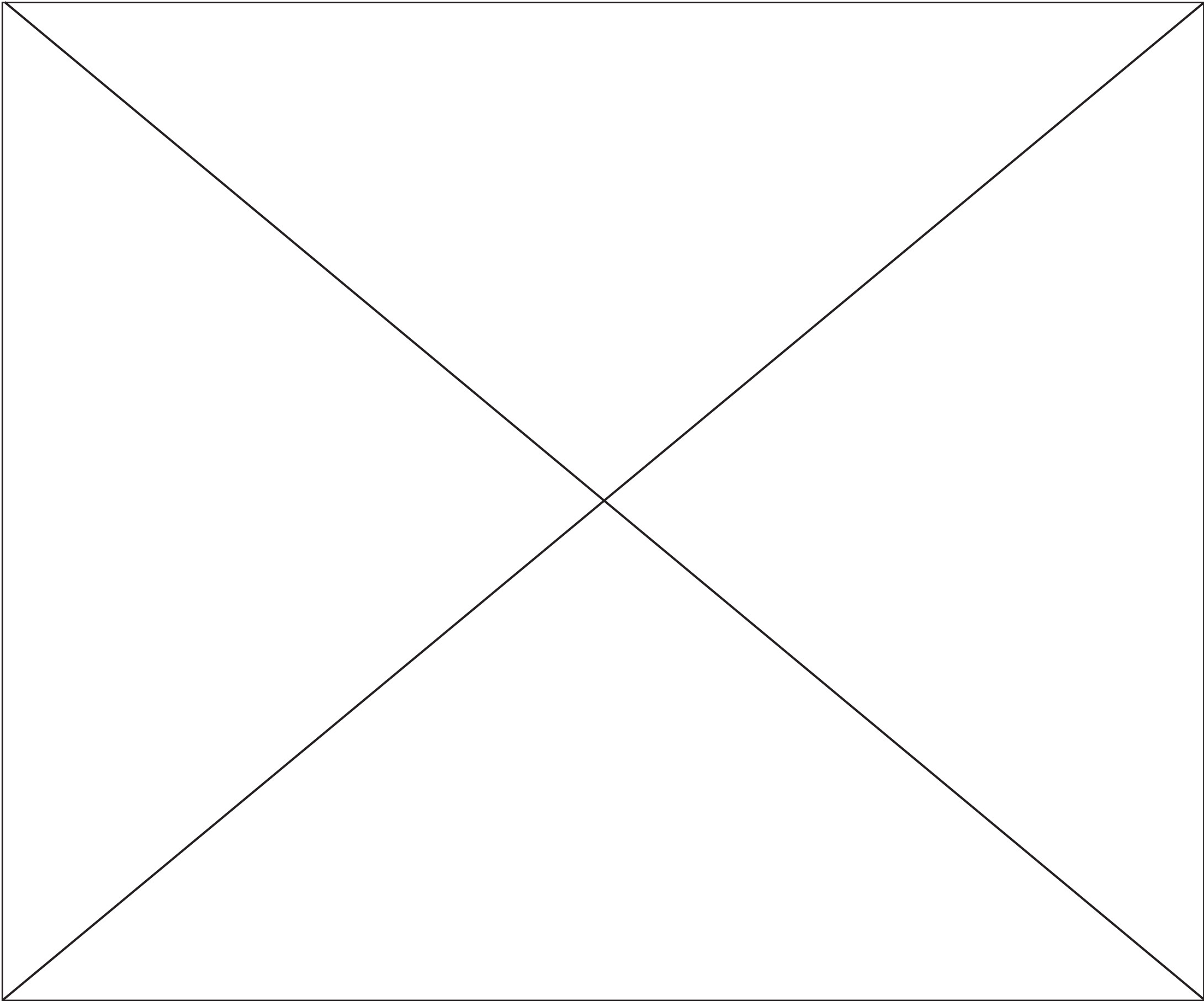
	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
정상운전시 방사선구역도 보조/원자로건물 EL. 55'-0"	
그림 12.3-1 (9 중 1)	



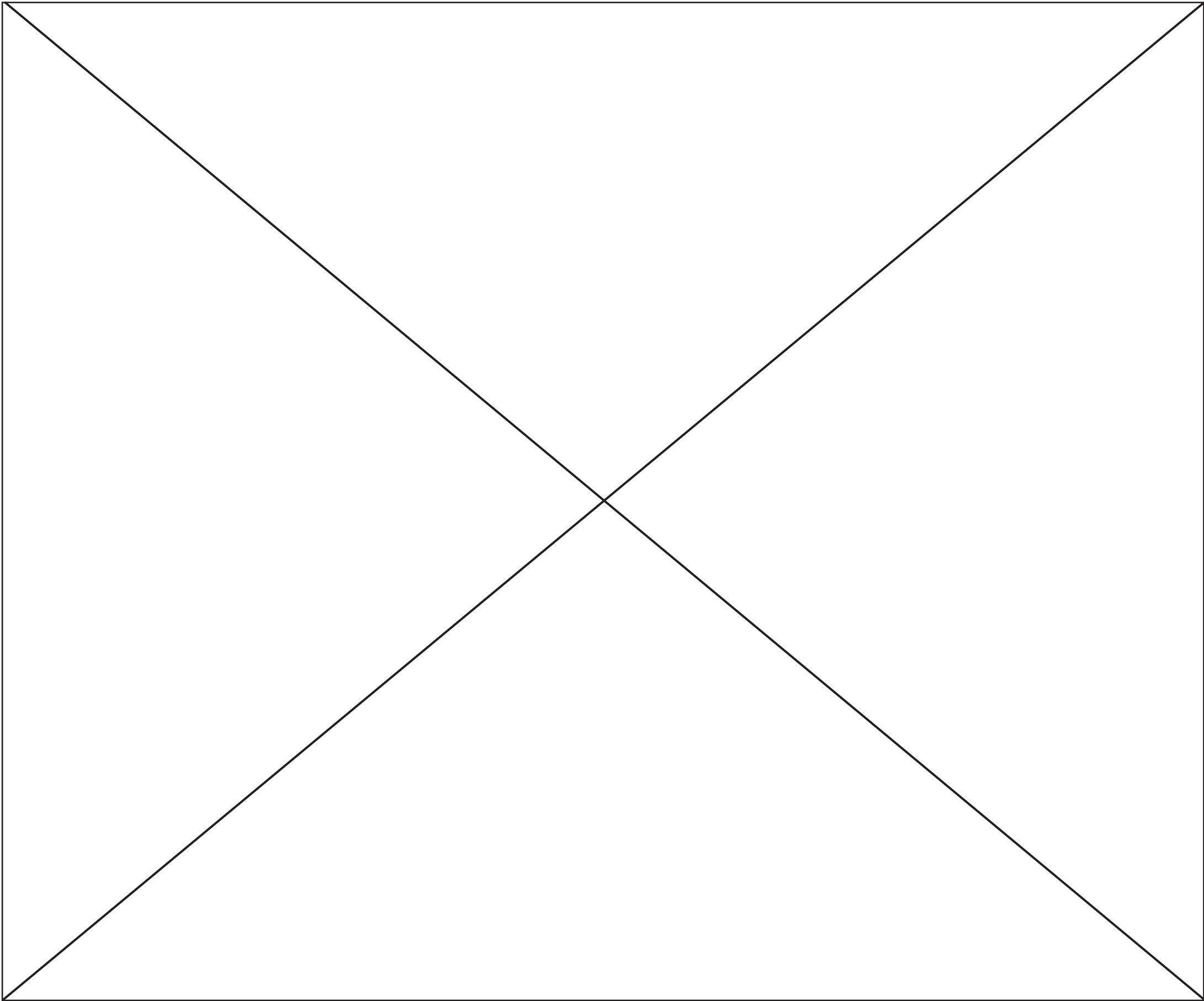
	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
정상운전시 방사선구역도 보조/원자로건물 EL. 78'-0"	
그림 12.3-1 (9 중 2)	



	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
정상운전시 방사선구역도 보조/원자로건물 EL. 68'-0" & EL. 77'-0"	
그림 12.3-1 (9 중 3)	

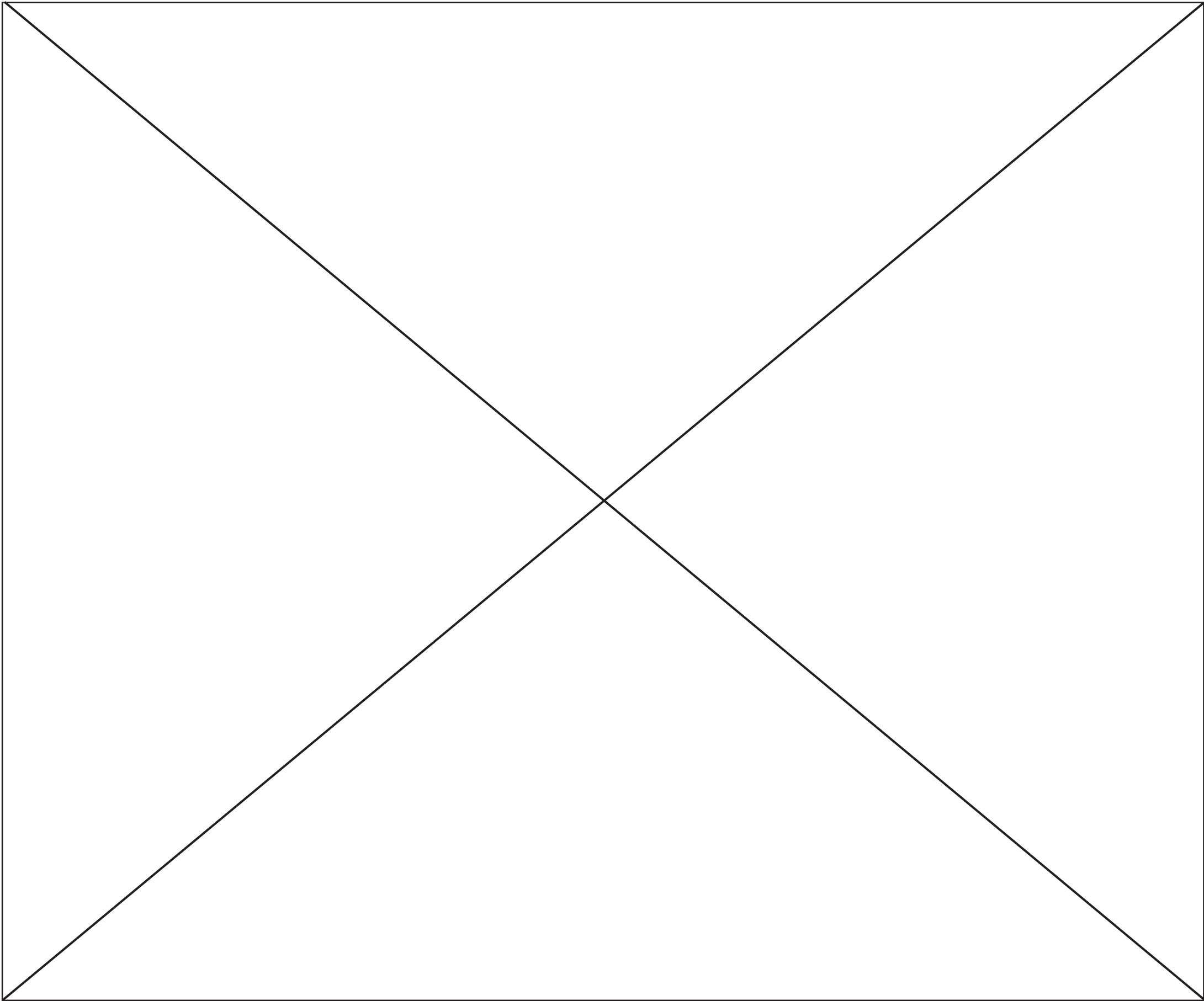


	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
정상운전시 방사선구역도 보조/원자로건물 EL. 100'-0"	
그림 12.3-1 (9 중 4)	

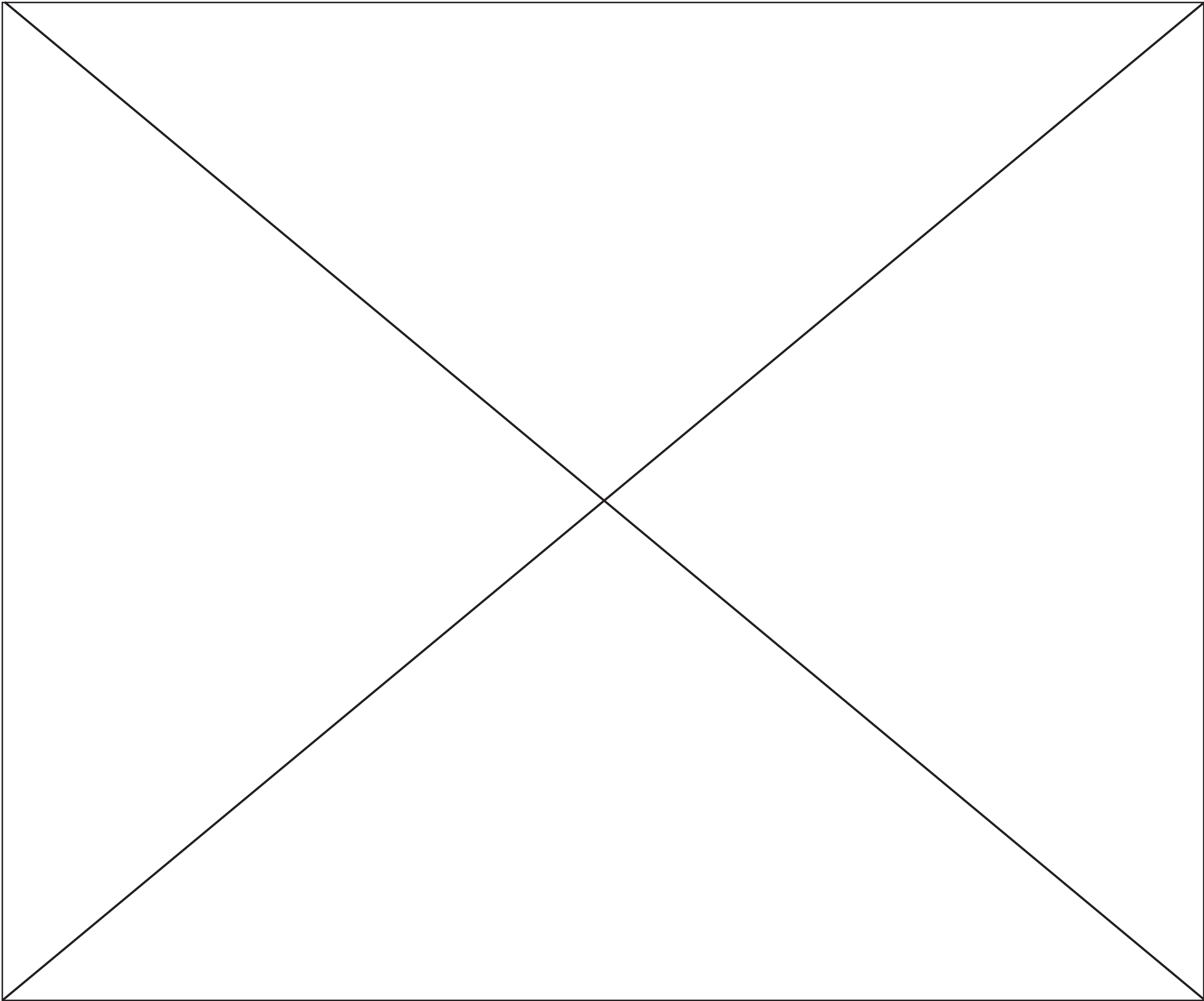


	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
정상운전시 방사선구역도 보조/원자로건물 EL. 120'-0"	
그림 12.3-1 (9 중 5)	

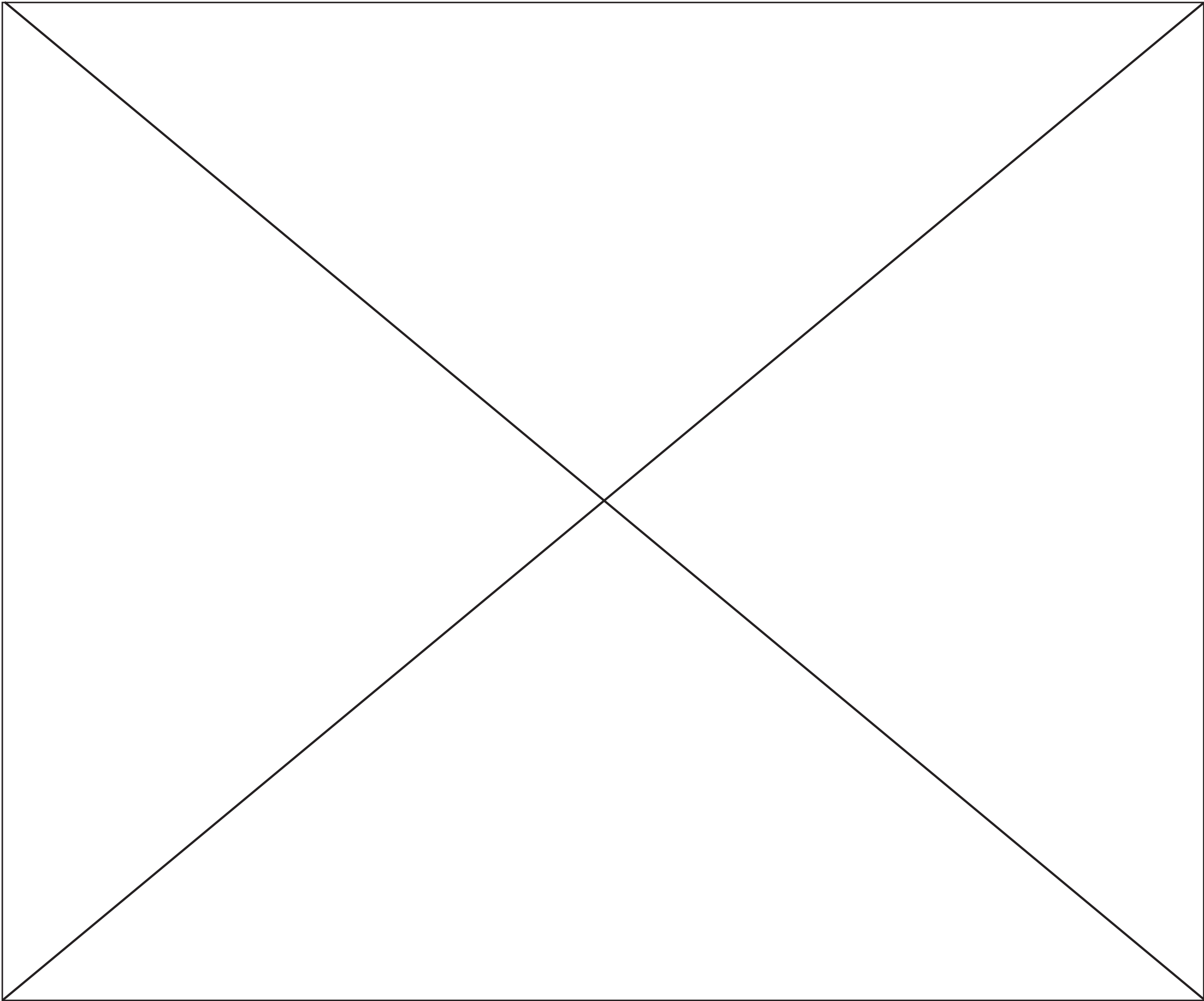




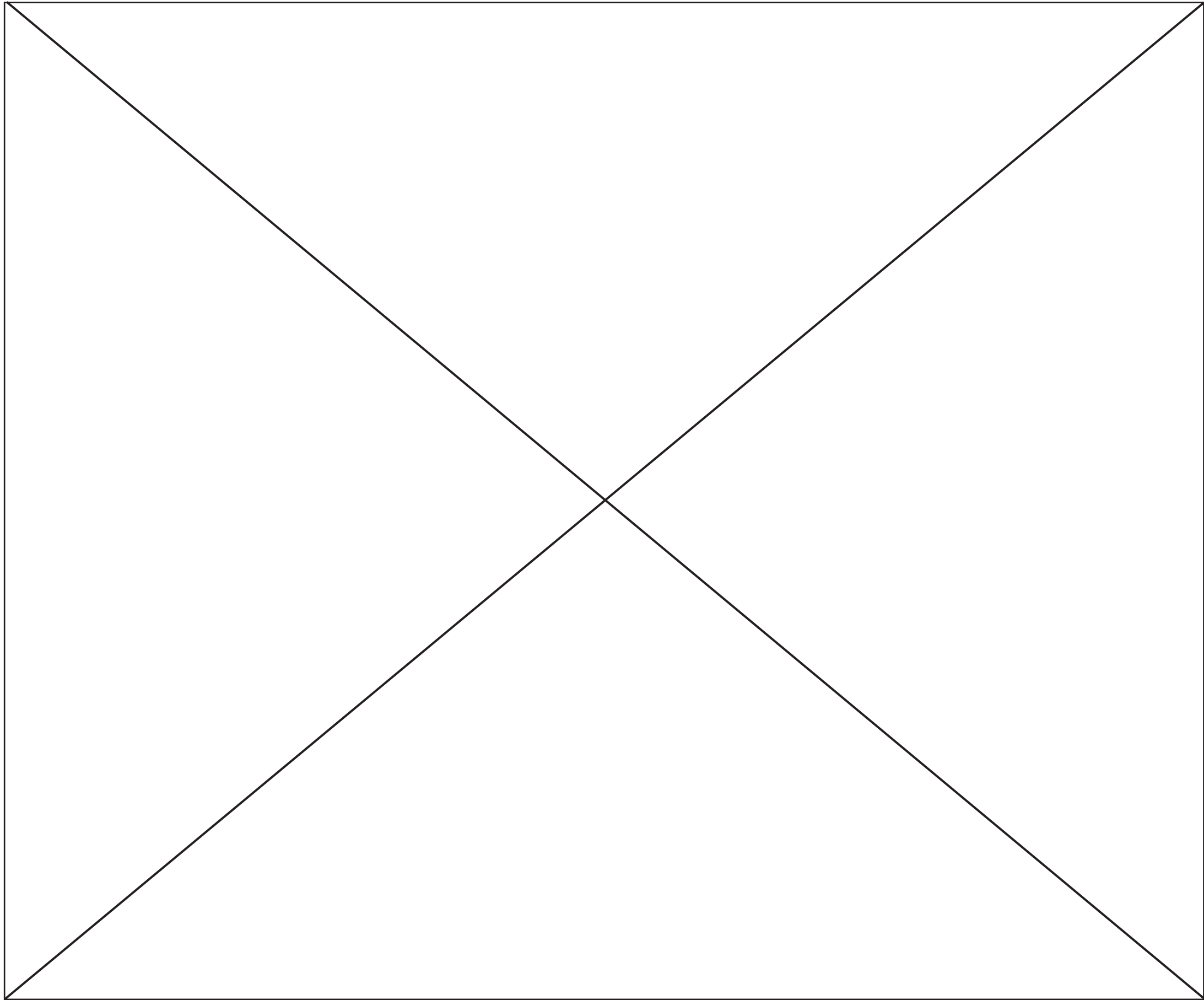
	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
정상운전시 방사선구역도 보조/원자로건물 EL. 137'-6"	
그림 12.3-1 (9 중 6)	



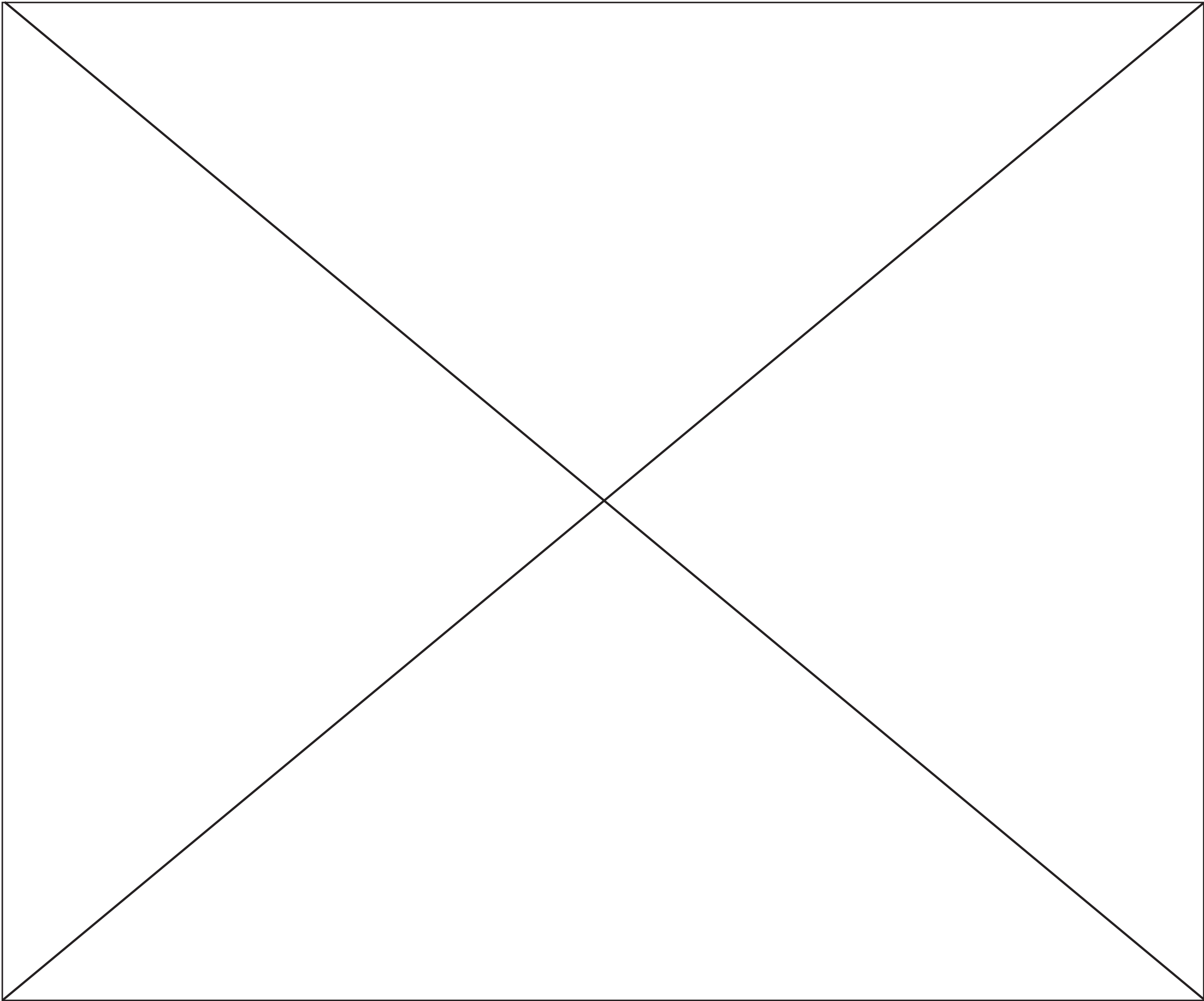
	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
정상운전시 방사선구역도 보조/원자로건물 EL. 156'-0"	
그림 12.3-1 (9 중 7)	



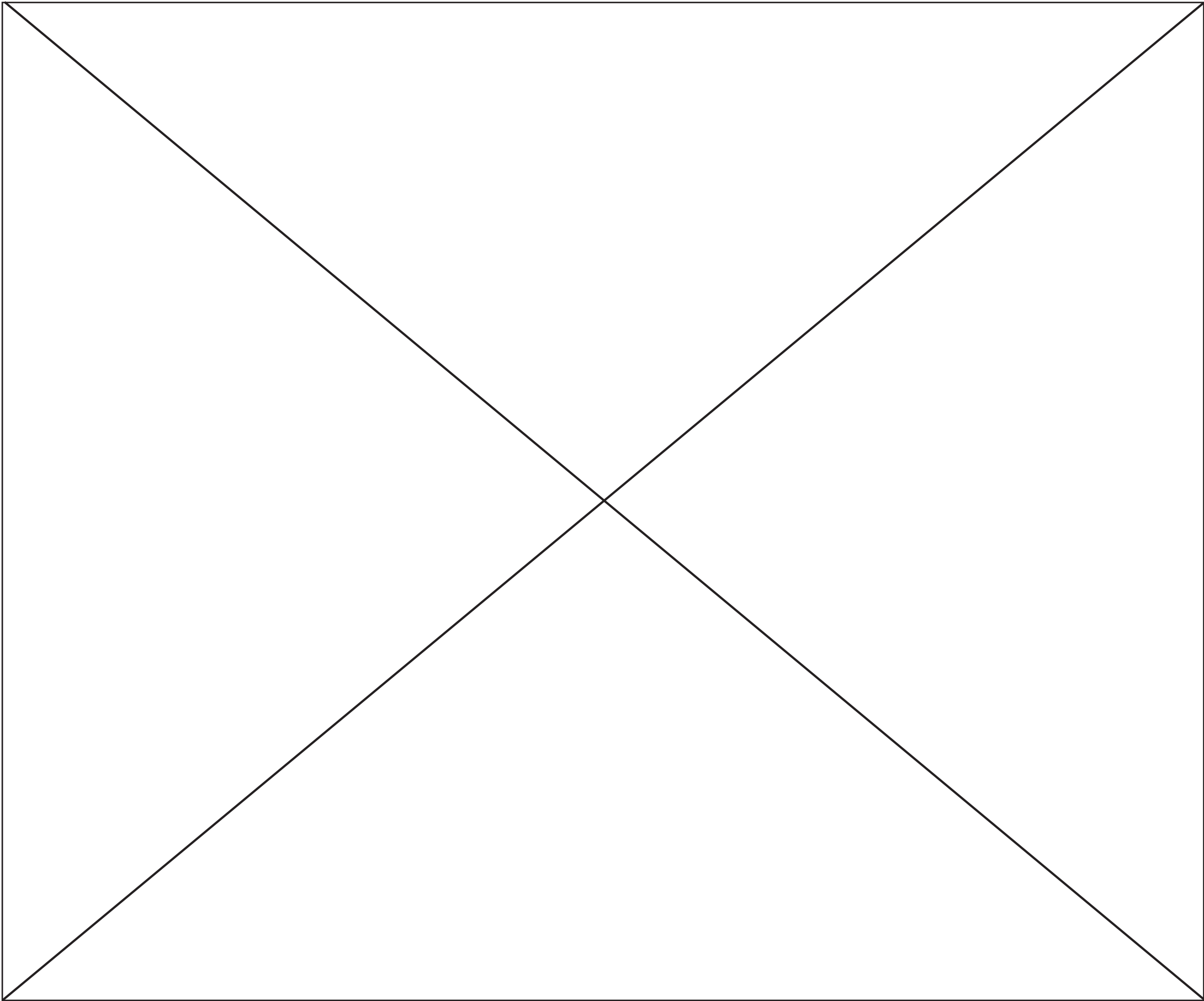
	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
정상운전시 방사선구역도 보조/원자로건물 EL. 172'-0"	
그림 12.3-1 (9 중 8)	



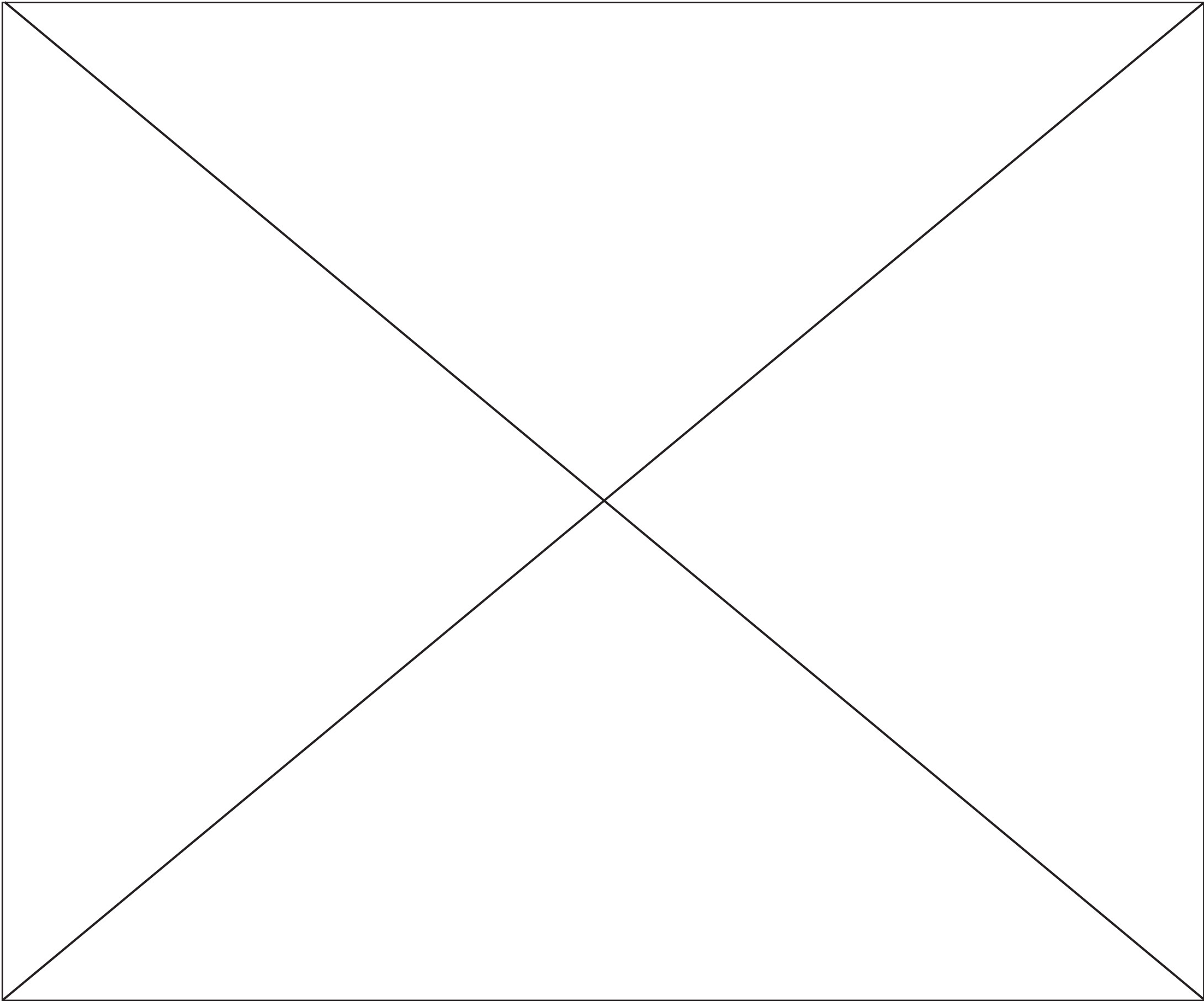
	<p>한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서</p>
<p>정상운전시 방사선구역도 보조/원자로건물 EL. 190'-0" &amp; 지붕도</p>	
<p>그림 12.3-1 (9 중 9)</p>	



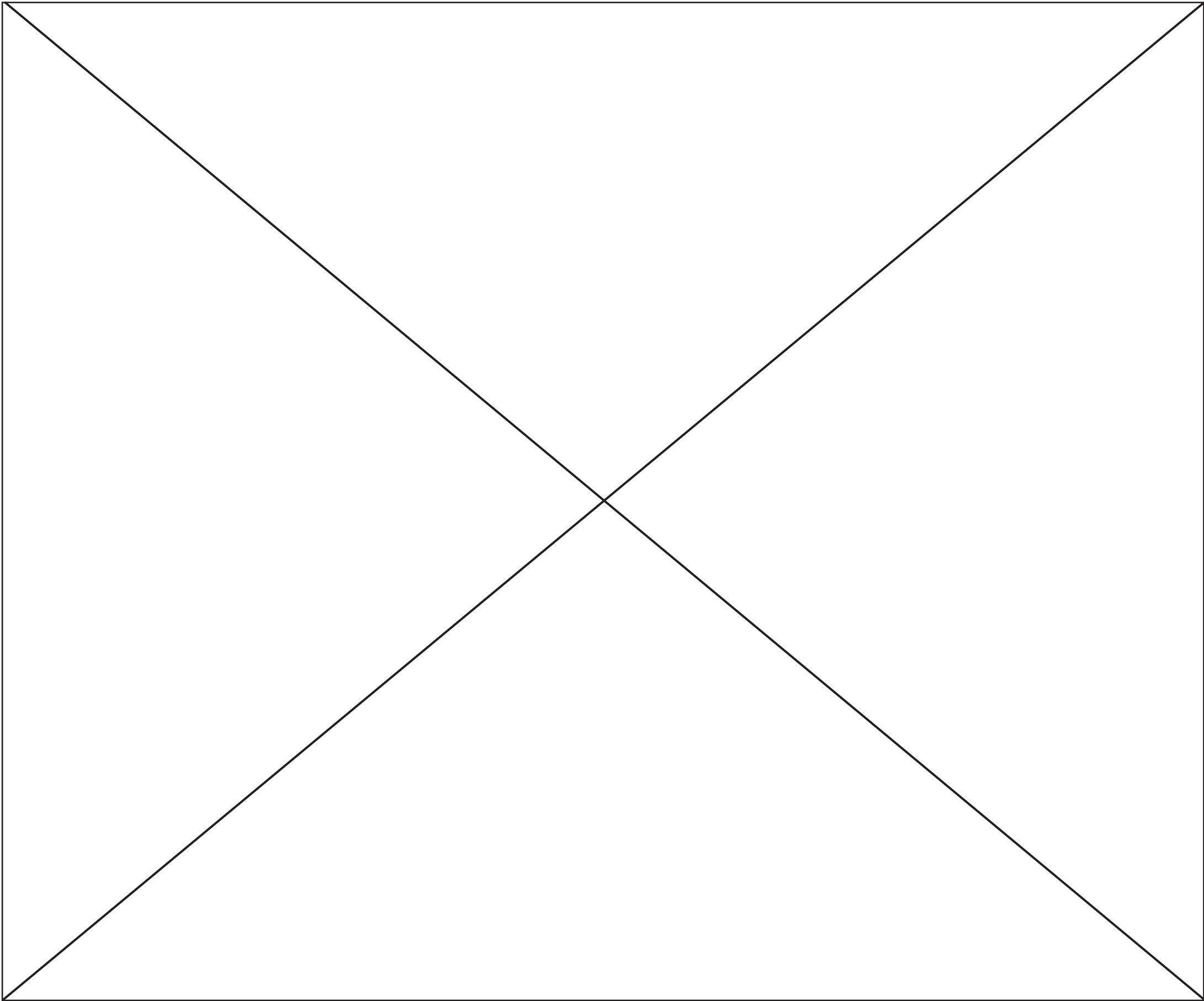
	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
정상운전시 방사선구역도 복합건물 EL. 63'-0"	
그림 12.3-2 (7 중 1)	



	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
정상운전시 방사선구역도 복합건물 EL. 77'-0"	
그림 12.3-2 (7 중 2)	

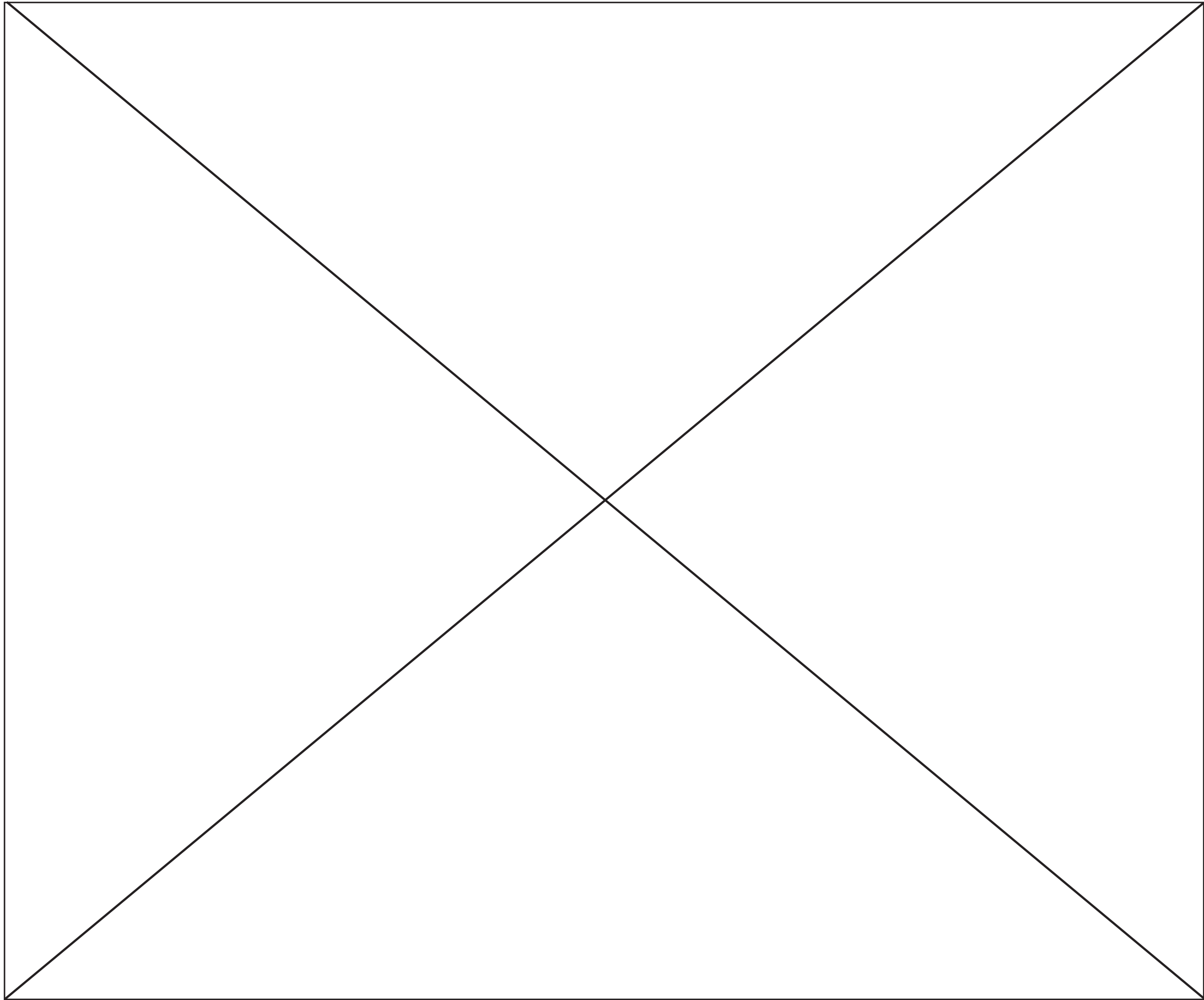


	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
정상운전시 방사선구역도 복합건물 EL. 85'-0"	
그림 12.3-2 (7 중 3)	

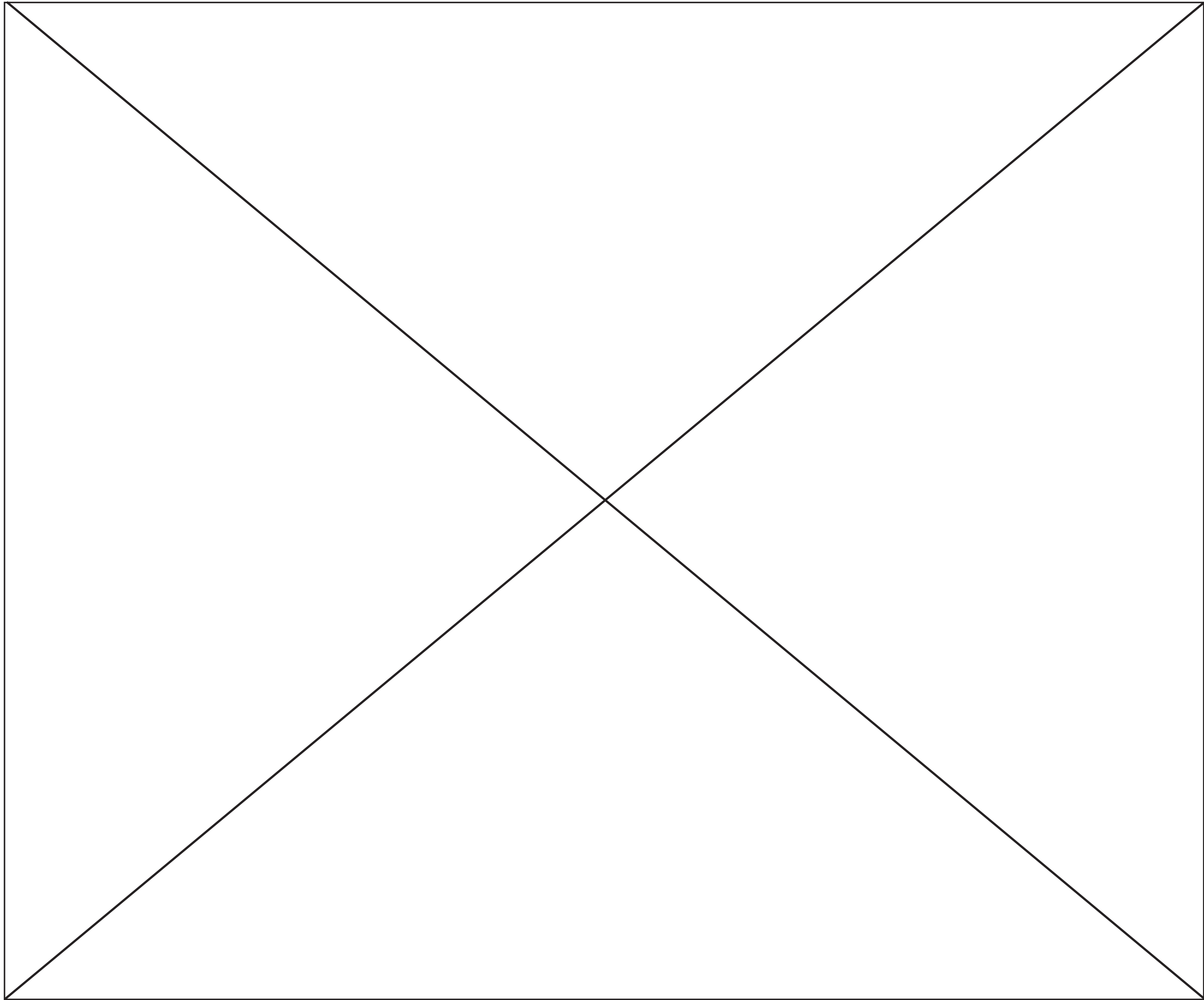


	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
정상운전시 방사선구역도 복합건물 EL. 100'-0"	
그림 12.3-2 (7 중 4)	

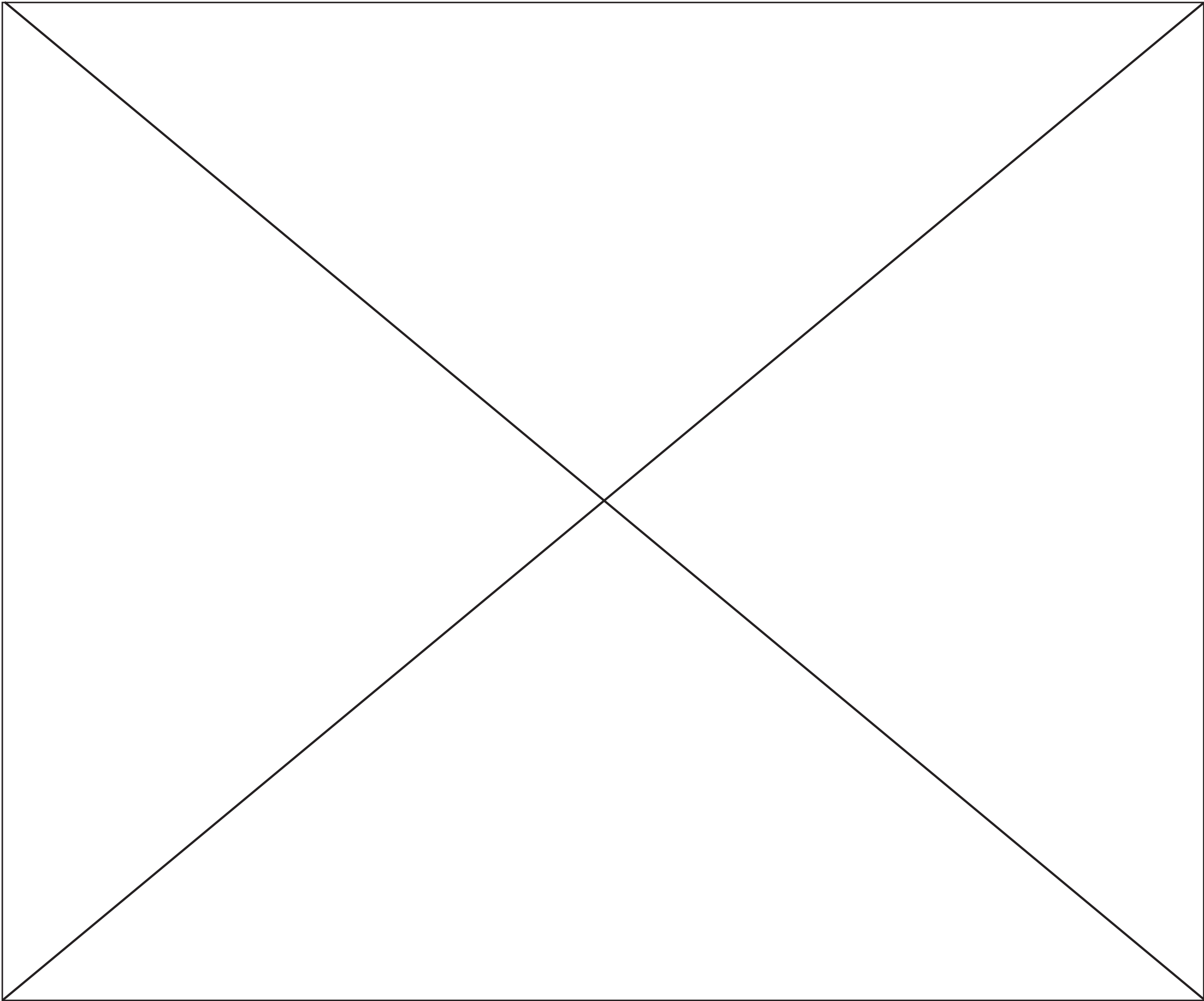




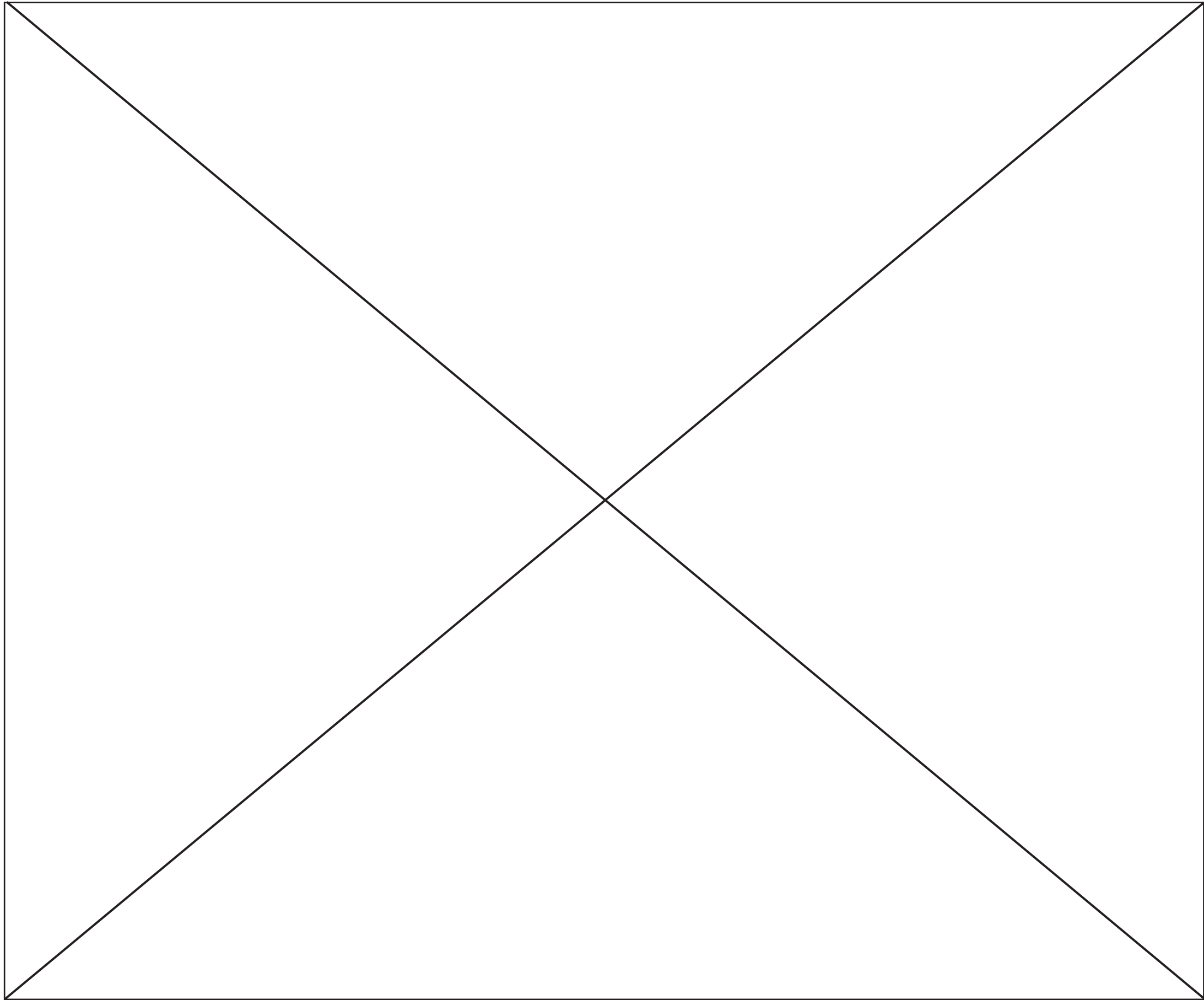
	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
정상운전시 방사선구역도 복합건물 EL. 120'-0"	
그림 12.3-2 (7 중 5)	



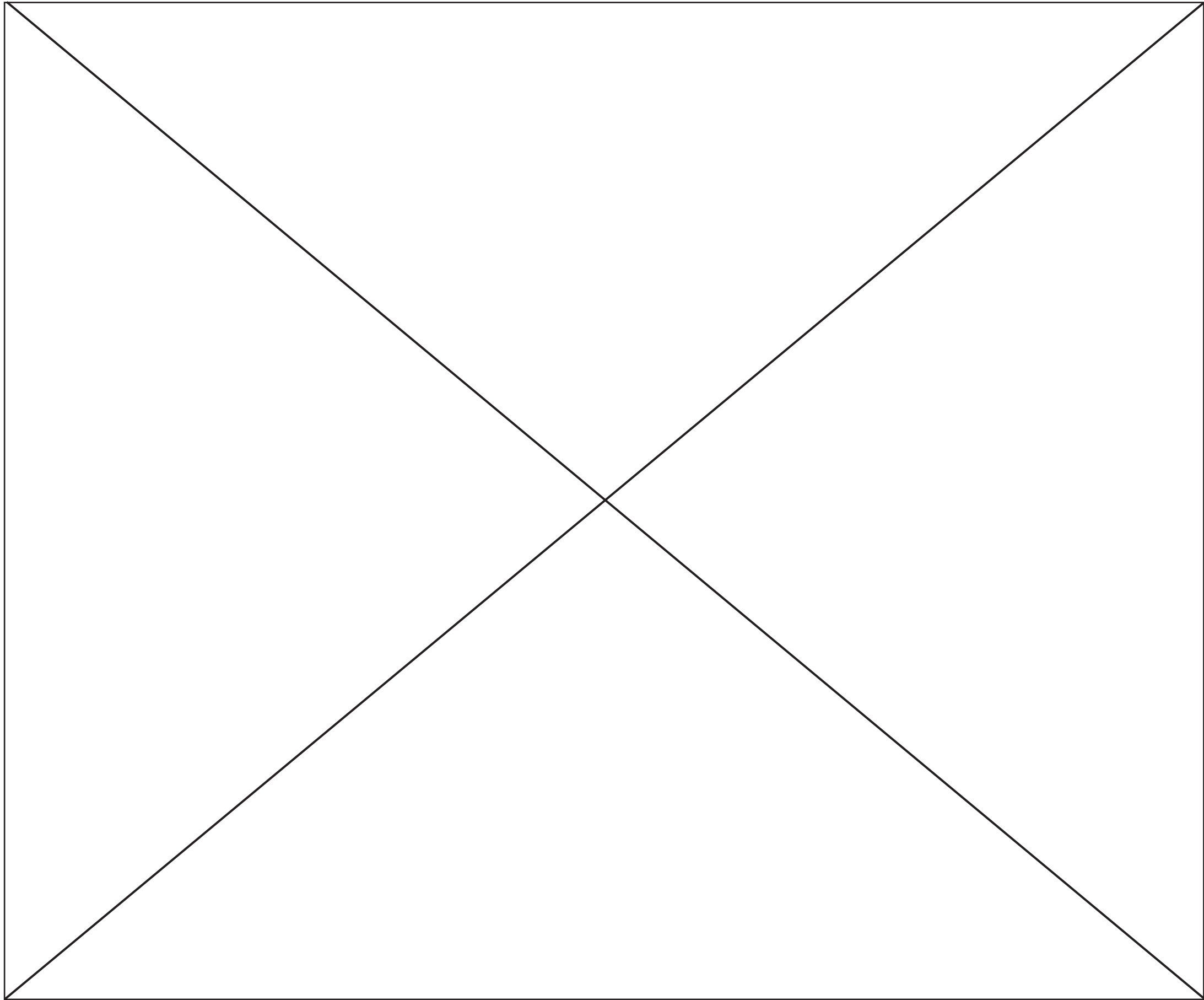
	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
정상운전시 방사선구역도 복합건물 EL. 139'-6"	
그림 12.3-2 (7 중 6)	



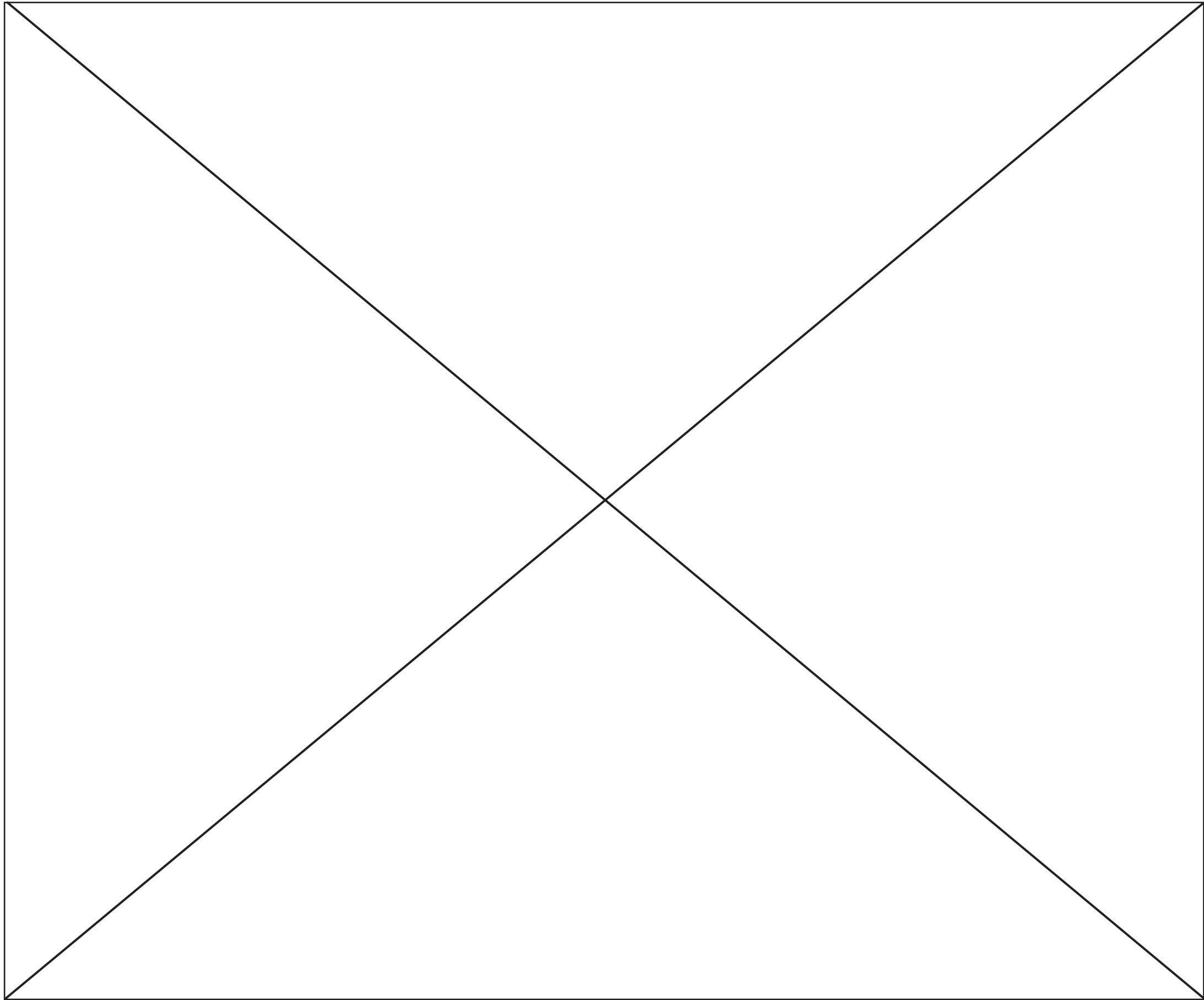
	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
정상운전시 방사선구역도 복합건물 EL. 156'-10" & EL. 157'-9"	
그림 12.3-2 (7 중 7)	



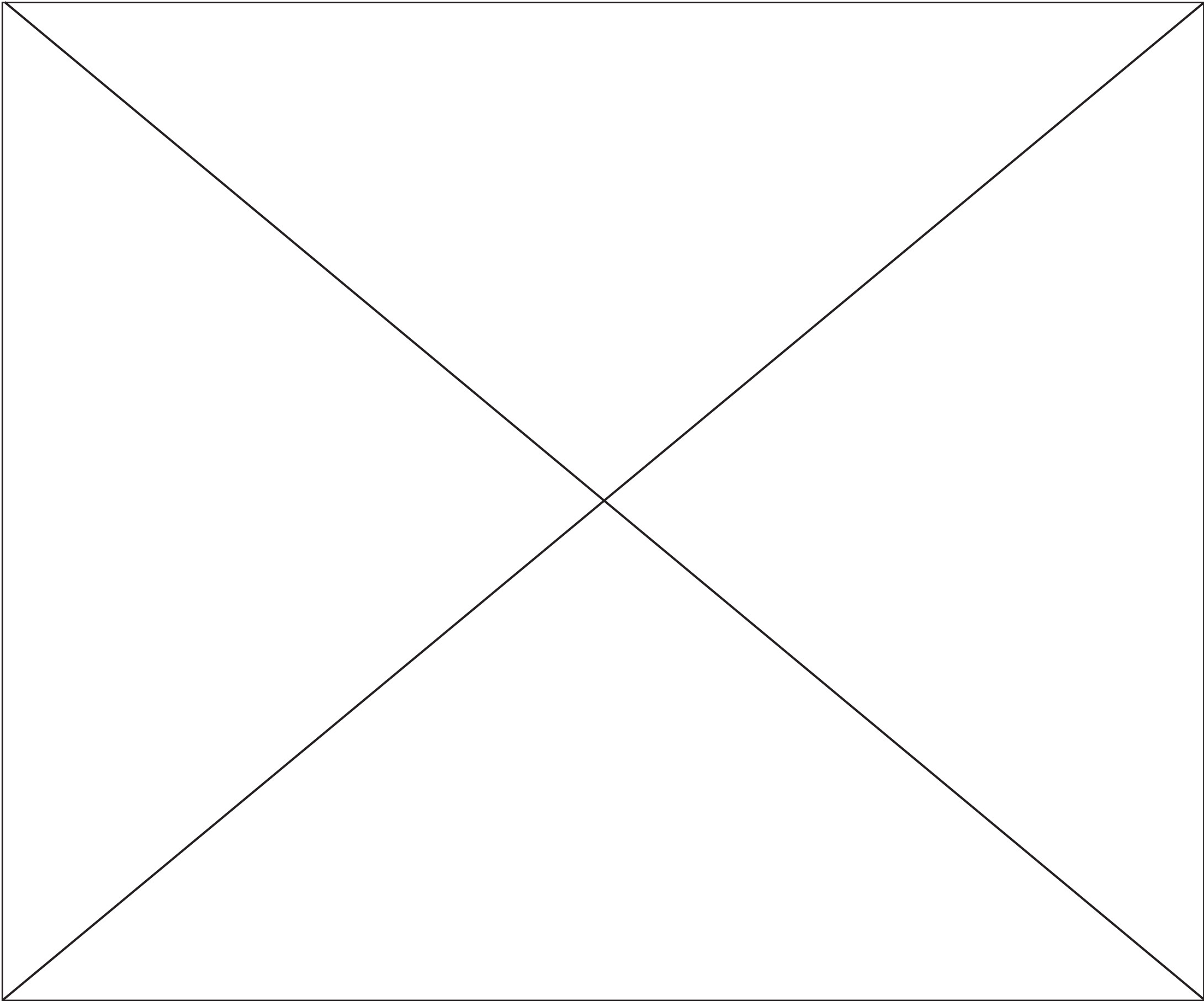
	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
사고시 방사선구역도(사고후 1시간) 보조/원자로건물 EL. 55'-0"	
그림 12.3-3 (24 중 1)	



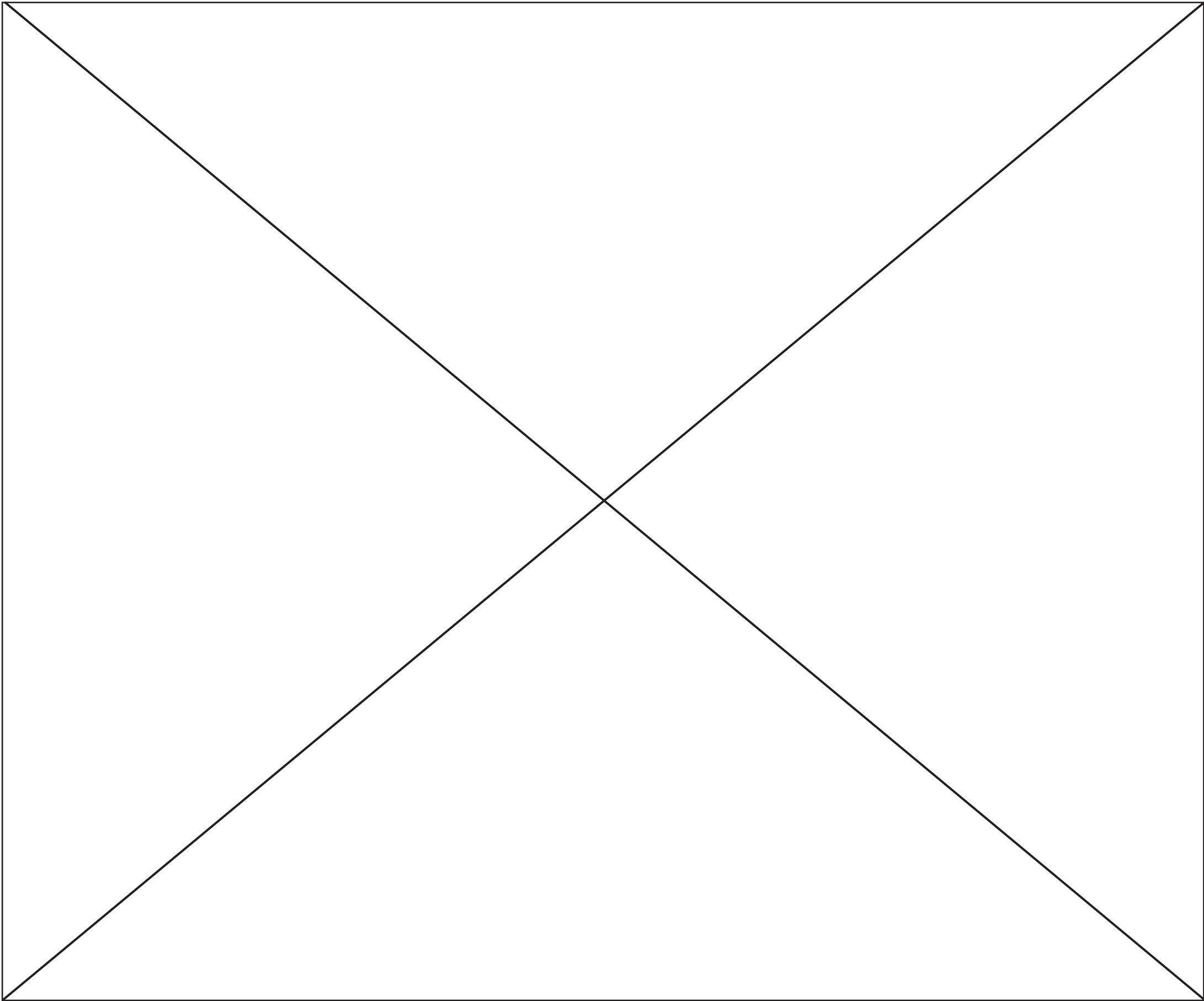
	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
사고시 방사선구역도(사고후 1일) 보조/원자로건물 EL. 55'-0"	
그림 12.3-3 (24 중 2)	




	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
사고시 방사선구역도(사고후 1주일) 보조/원자로건물 EL. 55'-0"	
그림 12.3-3 (24 중 3)	

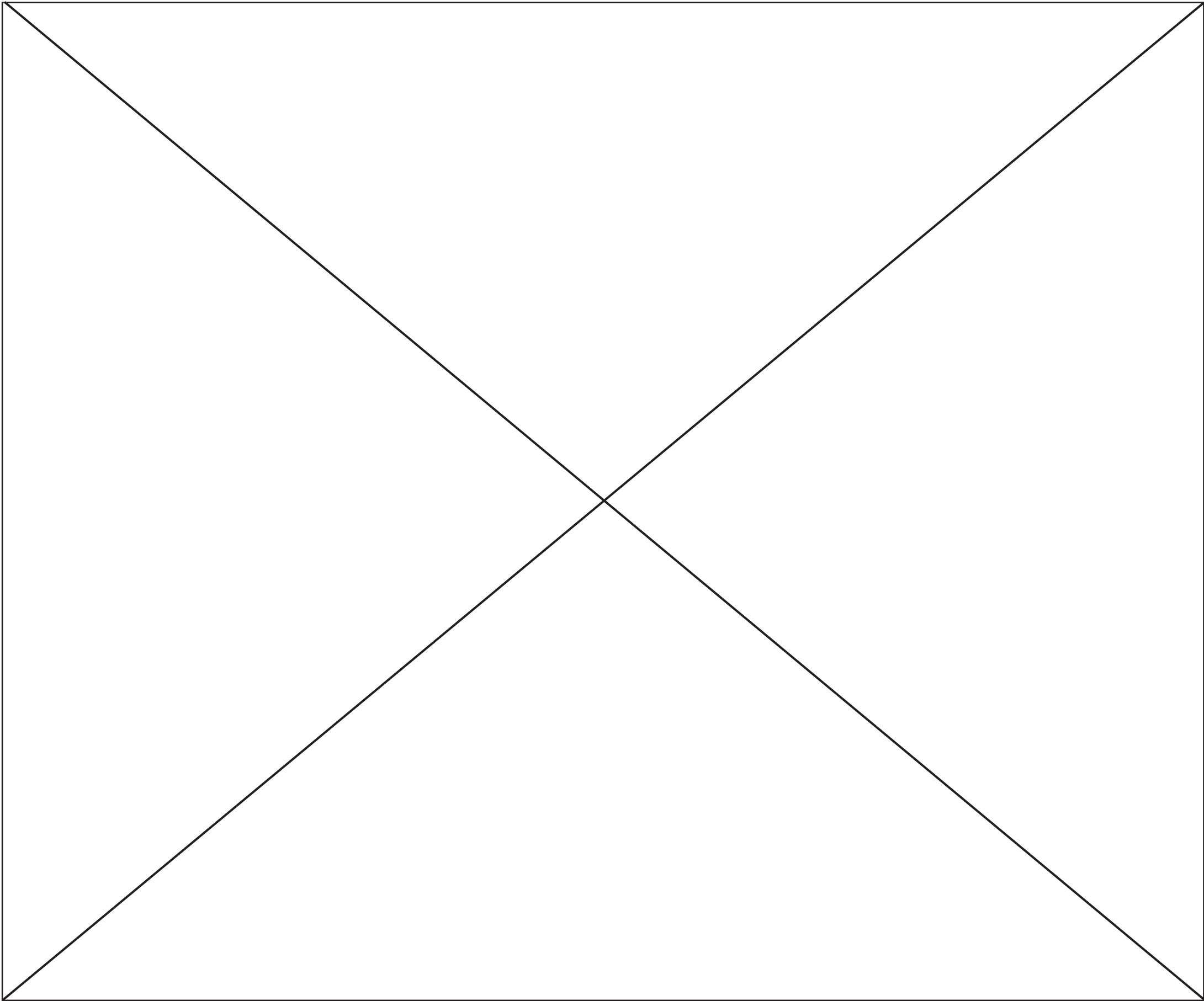


	<p>한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서</p>
<p>사고시 방사선구역도 (사고후 1시간) 보조/원자로건물 EL. 78'-0" &amp; EL. 90'-0"</p>	
<p>그림 12.3-3 (24 중 4)</p>	

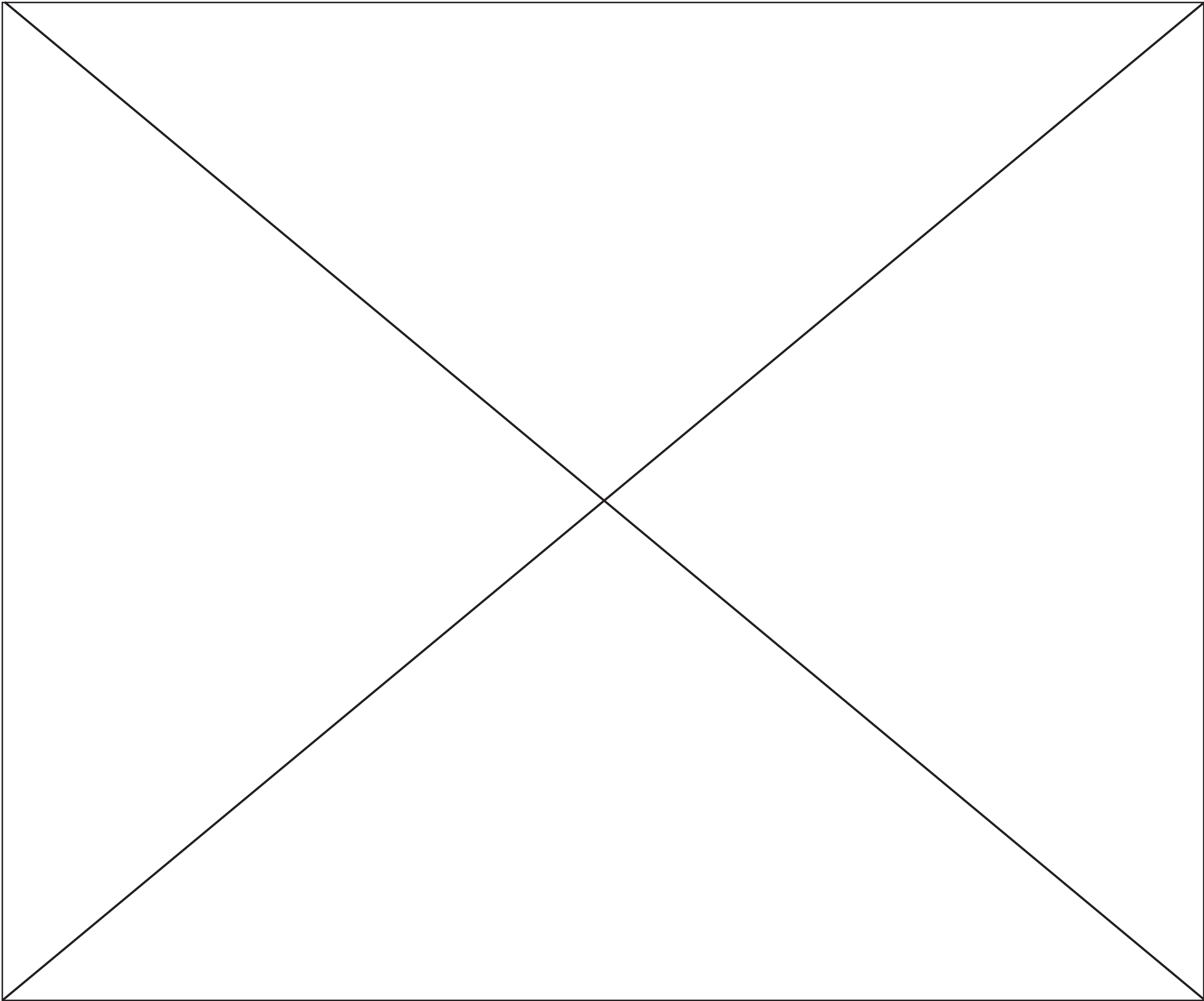


	<p>한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서</p>
<p>사고시 방사선구역도 (사고후 1일) 보조/원자로건물 EL. 78'-0" &amp; EL. 90'-0"</p>	
<p>그림 12.3-3 (24 중 5)</p>	

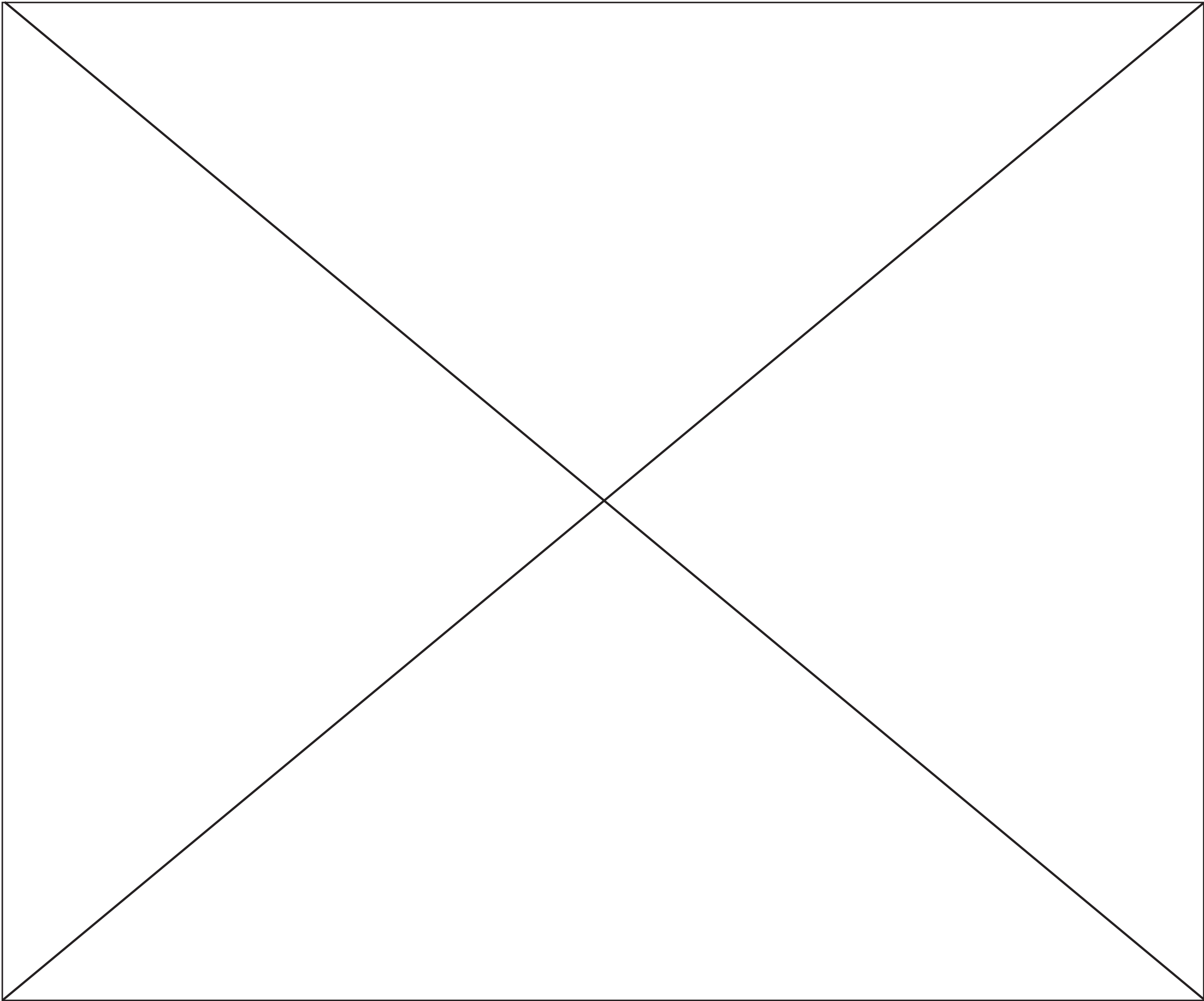




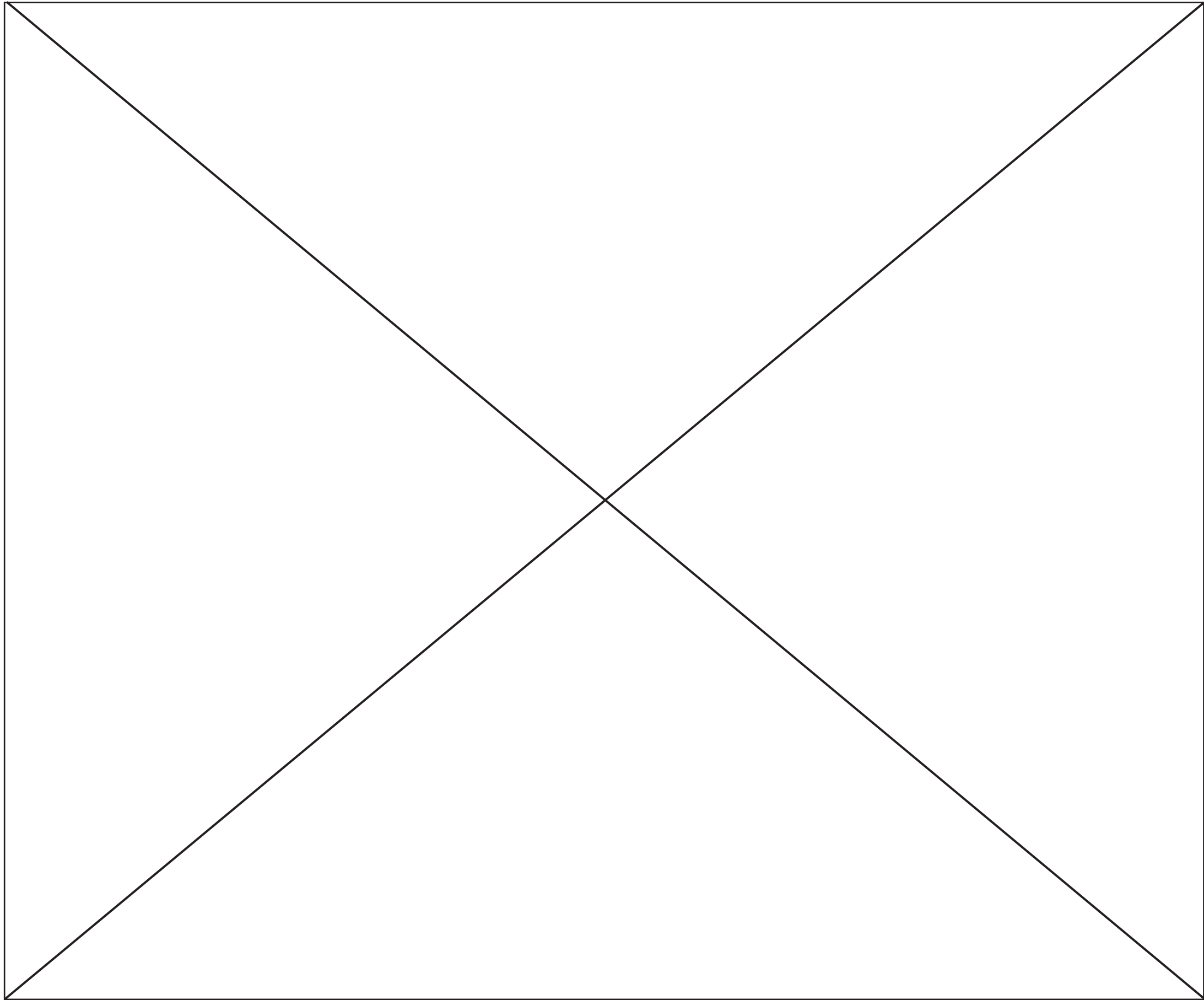
	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
사고시 방사선구역도 (사고후 1주일) 보조/원자로건물 EL. 78'-0" & EL. 90'-0"	
그림 12.3-3 (24 중 6)	



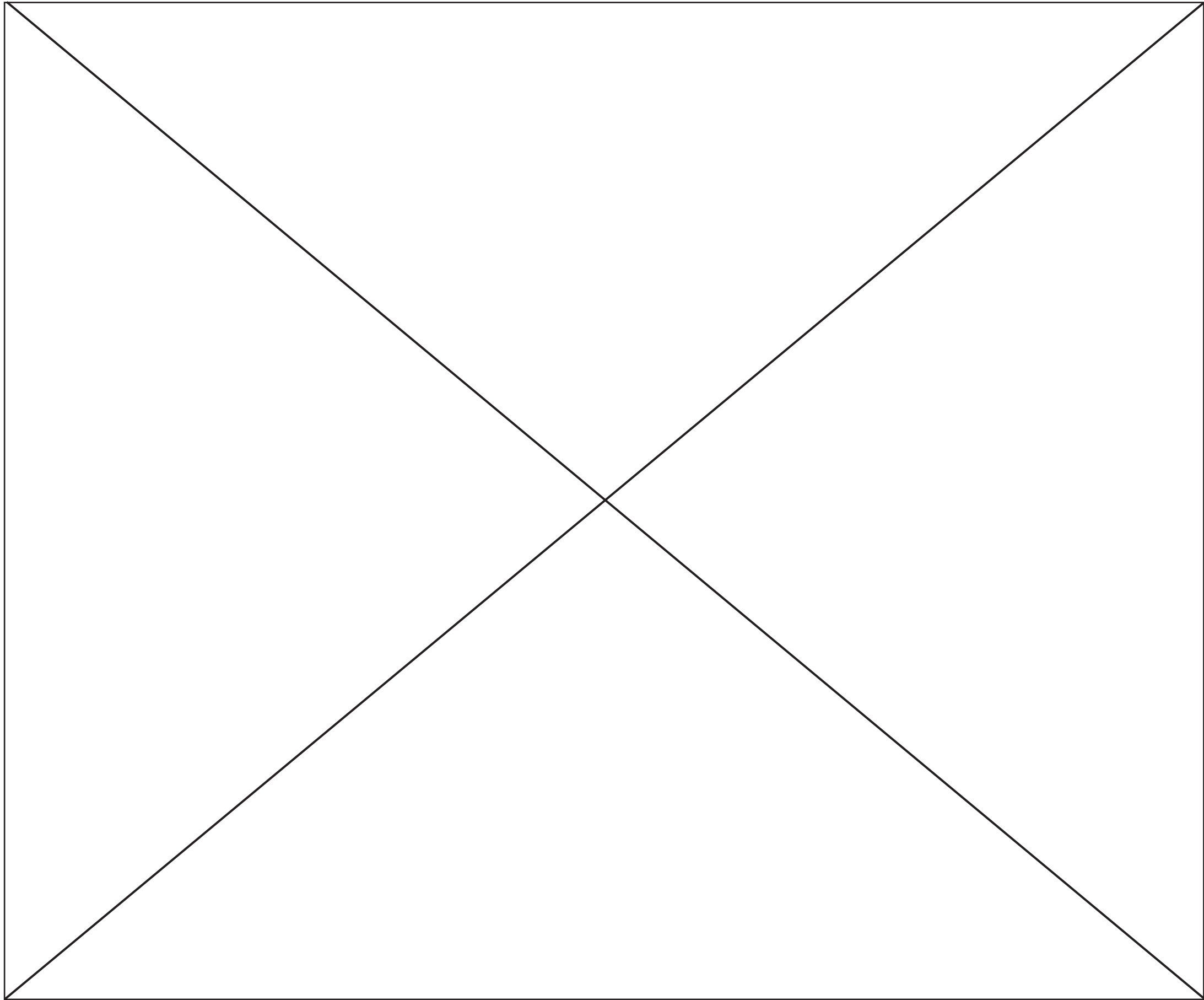
	<p>한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서</p>
<p>사고시 방사선구역도 (사고후 1시간) 보조/원자로건물 EL. 100'-0" &amp; EL. 109'-0"</p>	
<p>그림 12.3-3 (24 중 7)</p>	



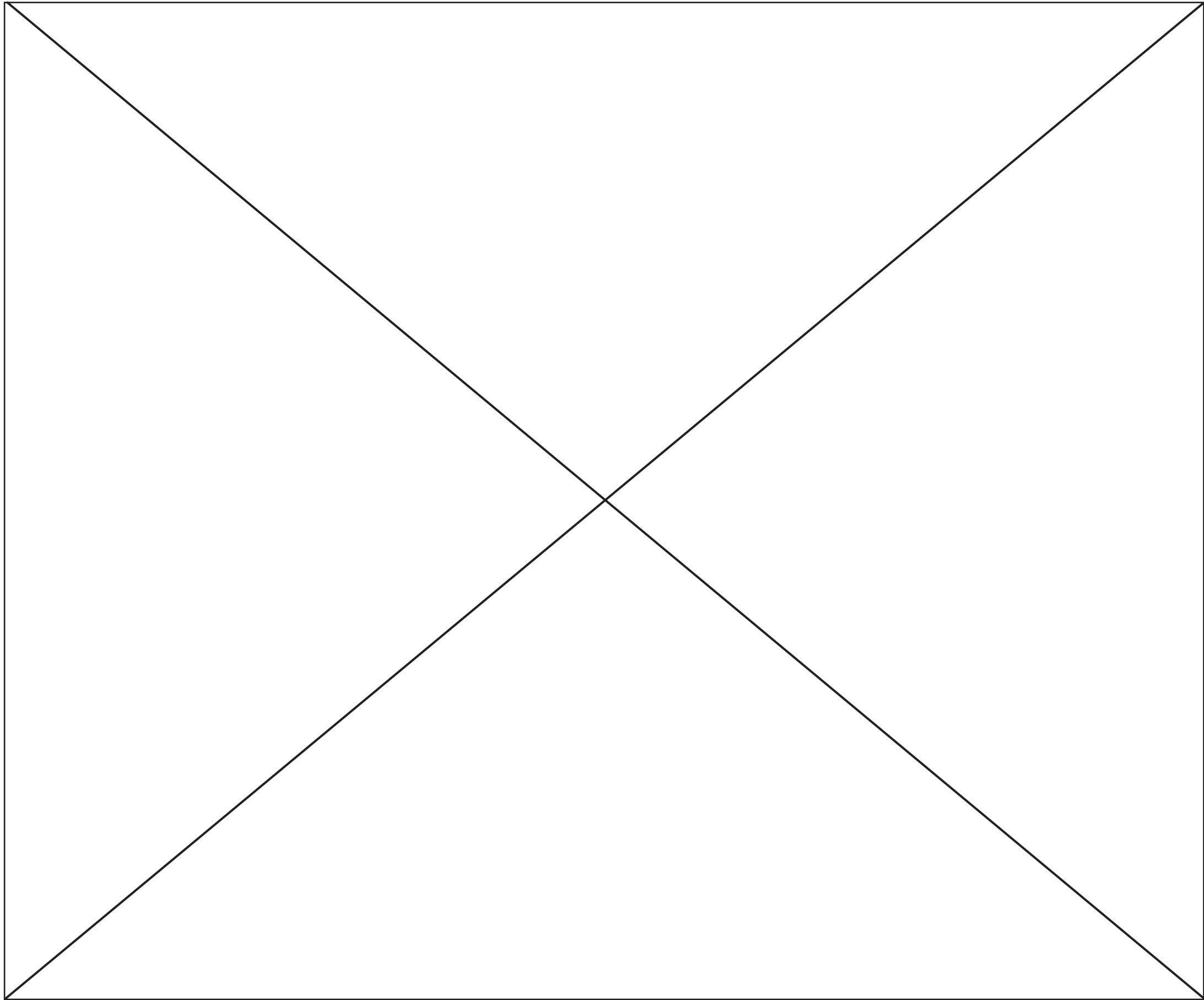
	<p>한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서</p>
<p>사고시 방사선구역도 (사고후 1일) 보조/원자로건물 EL. 100'-0" &amp; EL. 109'-0"</p>	
<p>그림 12.3-3 (24 중 8)</p>	



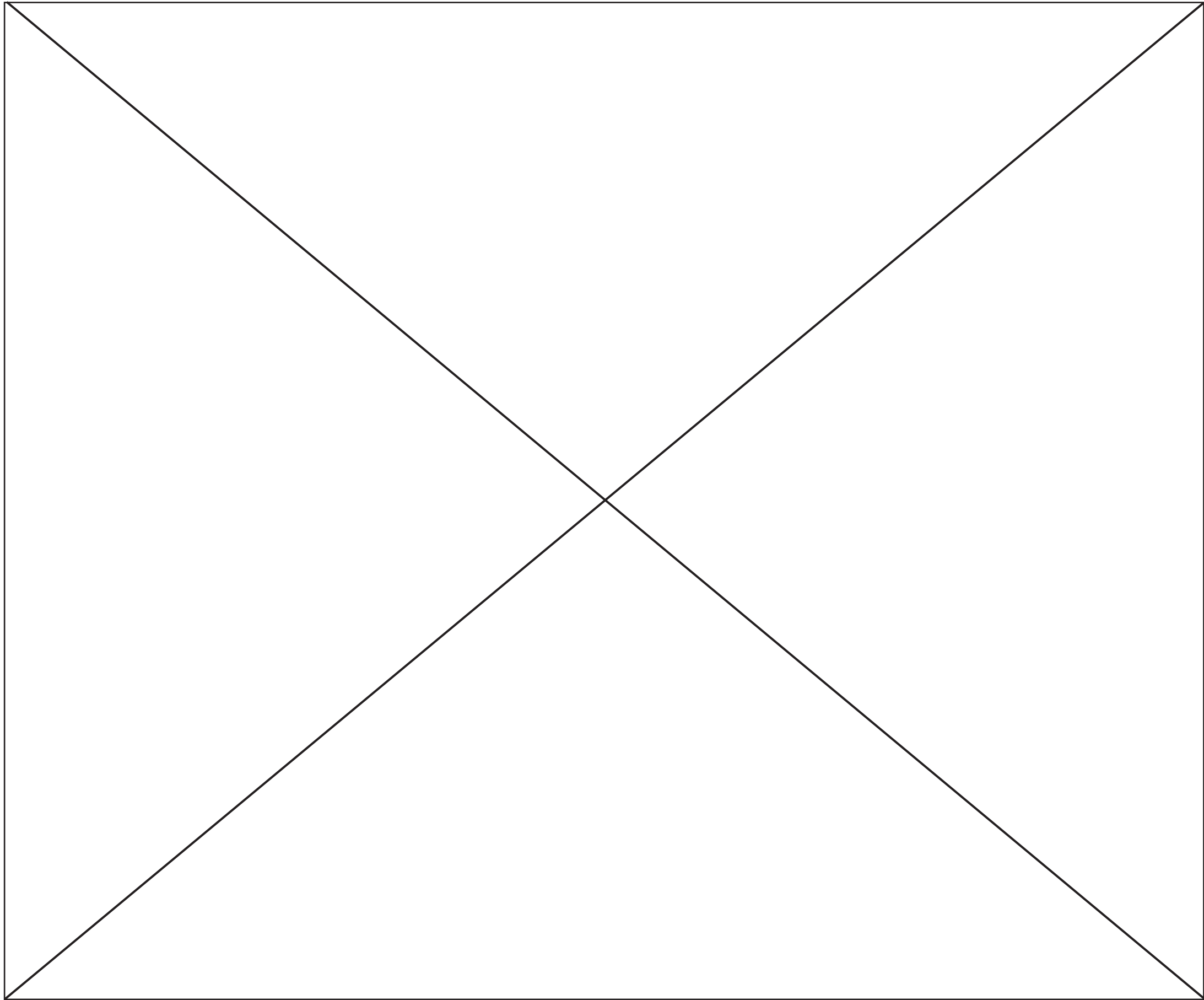
	<p>한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서</p>
<p>사고시 방사선구역도 (사고후 1주일) 보조/원자로건물 EL. 100'-0" &amp; EL. 109'-0"</p>	
<p>그림 12.3-3 (24 중 9)</p>	



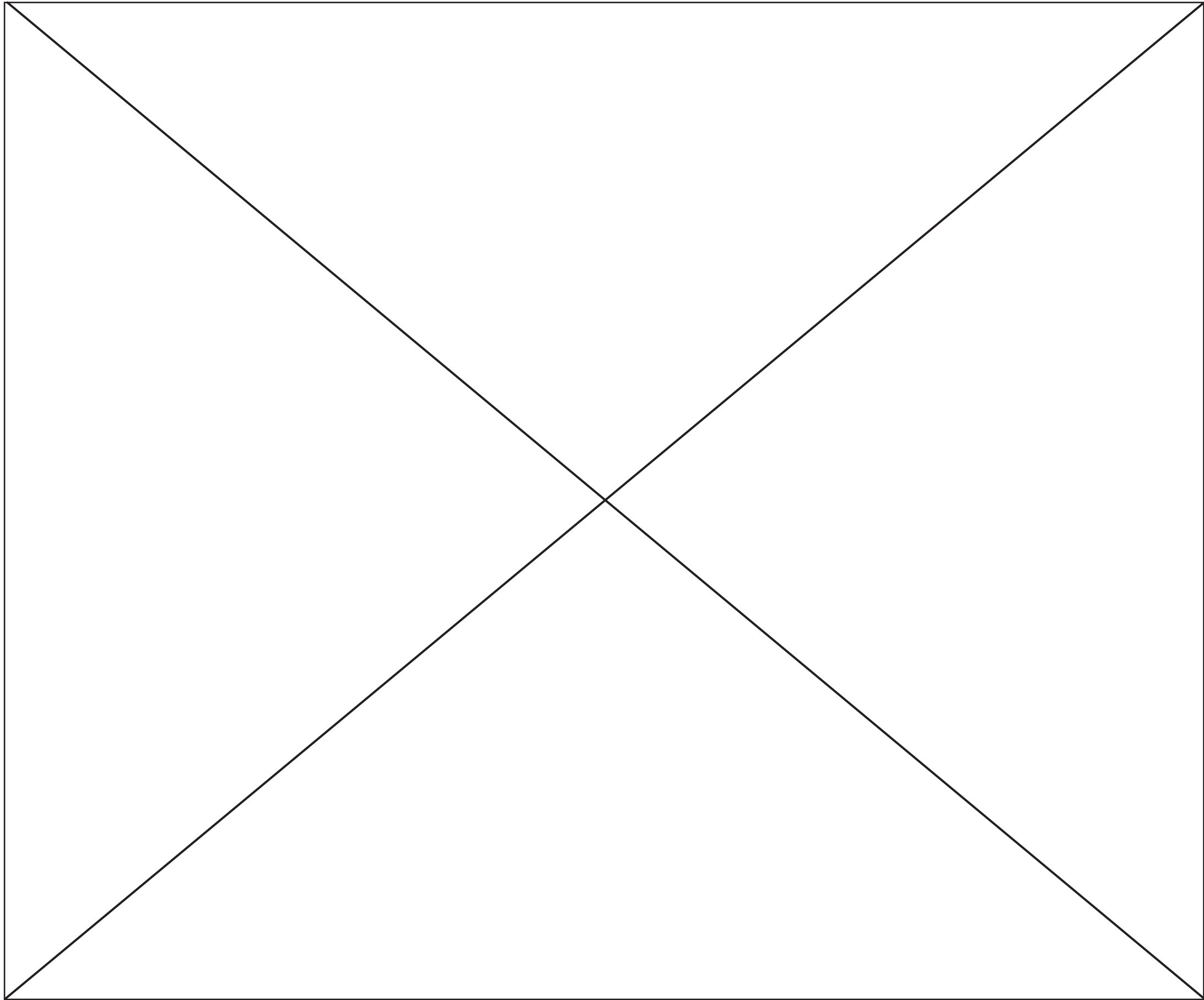
	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
사고시 방사선구역도 (사고후 1시간) 보조/원자로건물 EL. 120'-0"	
그림 12.3-3 (24 중 10)	



	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
사고시 방사선구역도 (사고후 1일) 보조/원자로건물 EL. 120'-0"	
그림 12.3-3 (24 중 11)	

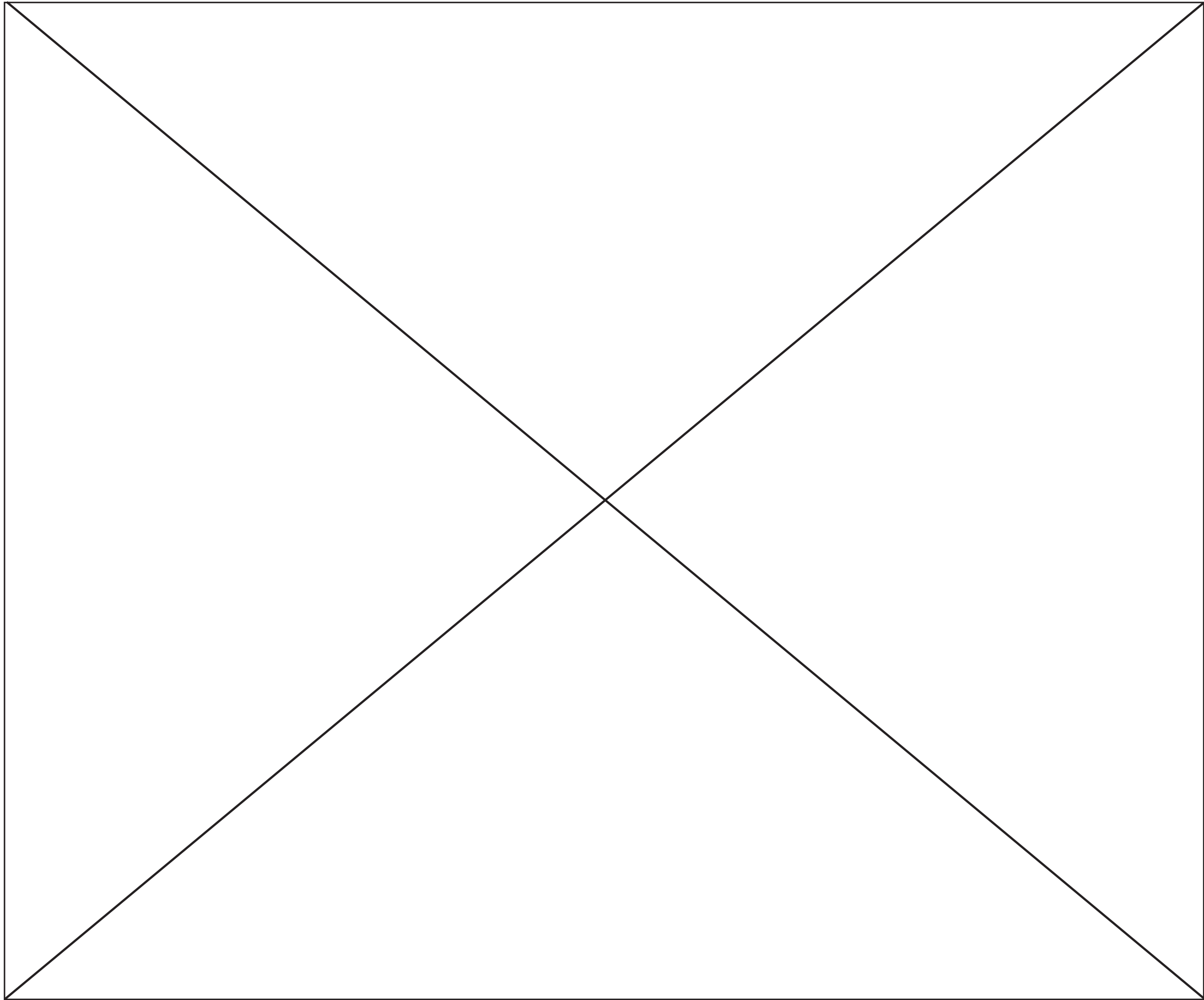


	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
사고시 방사선구역도 (사고후 1주일) 보조/원자로건물 EL. 120'-0"	
그림 12.3-3 (24 중 12)	

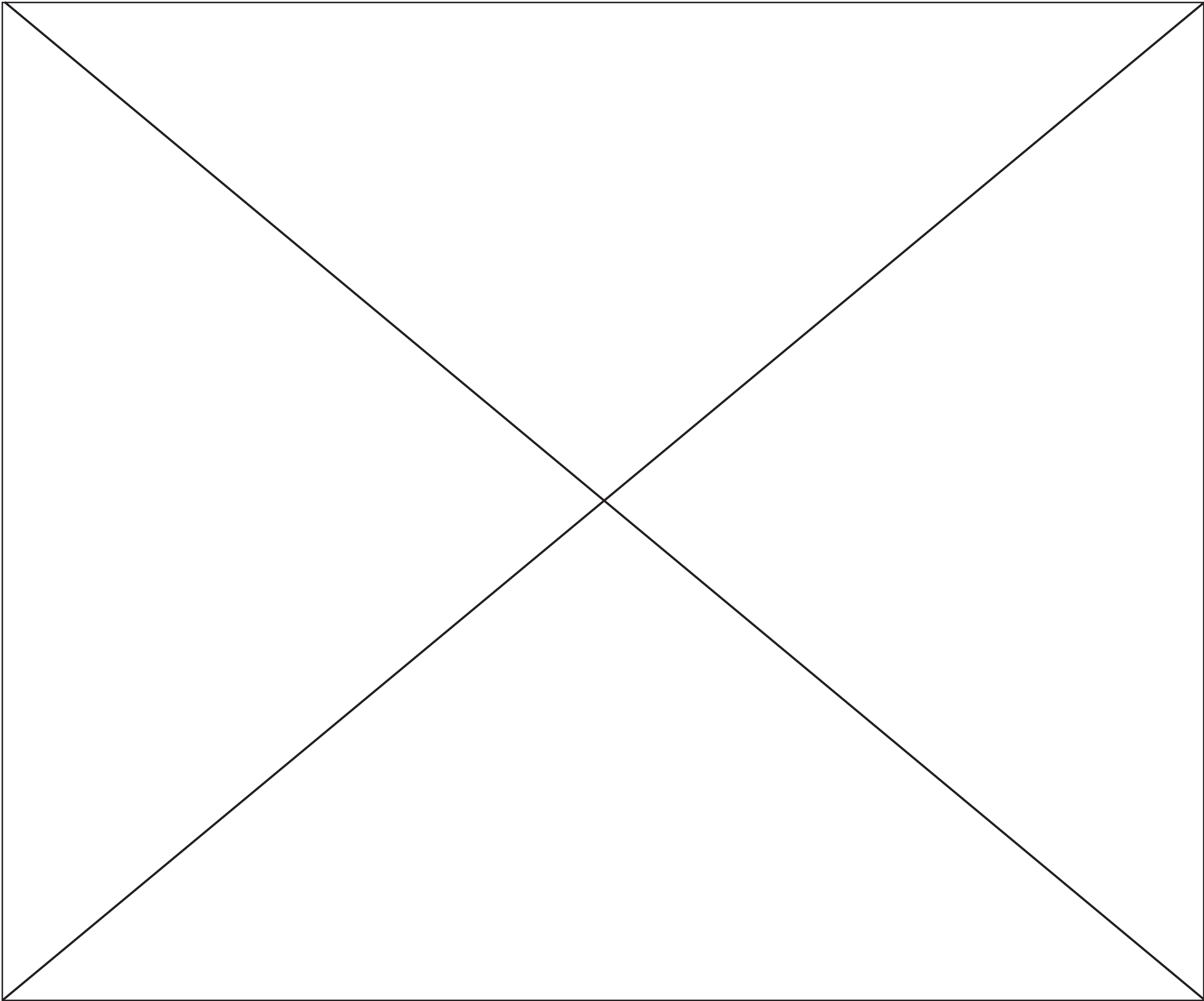


	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
사고시 방사선구역도 (사고후 1시간) 보조/원자로건물 EL. 137'-6"	
그림 12.3-3 (24 중 13)	

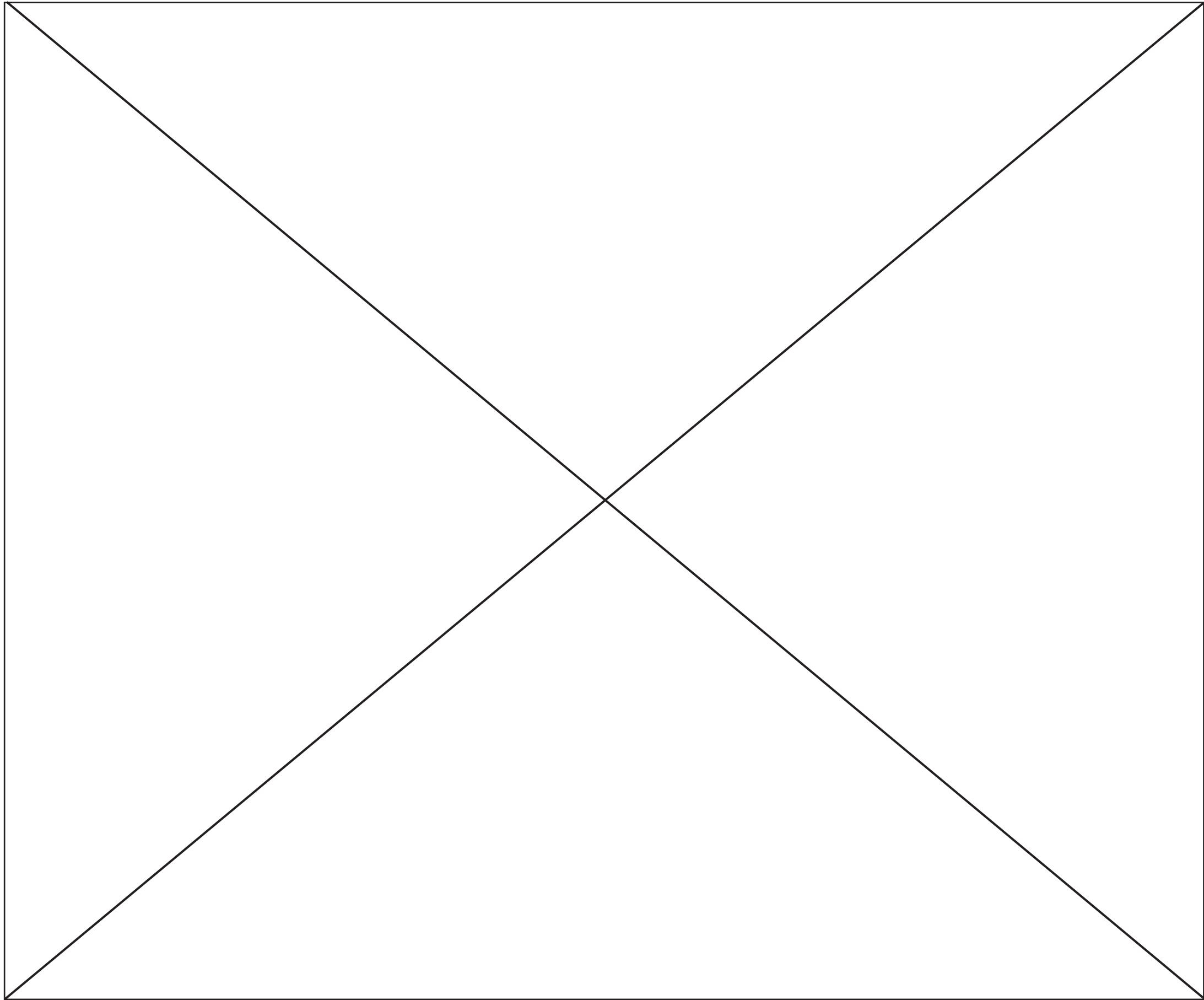




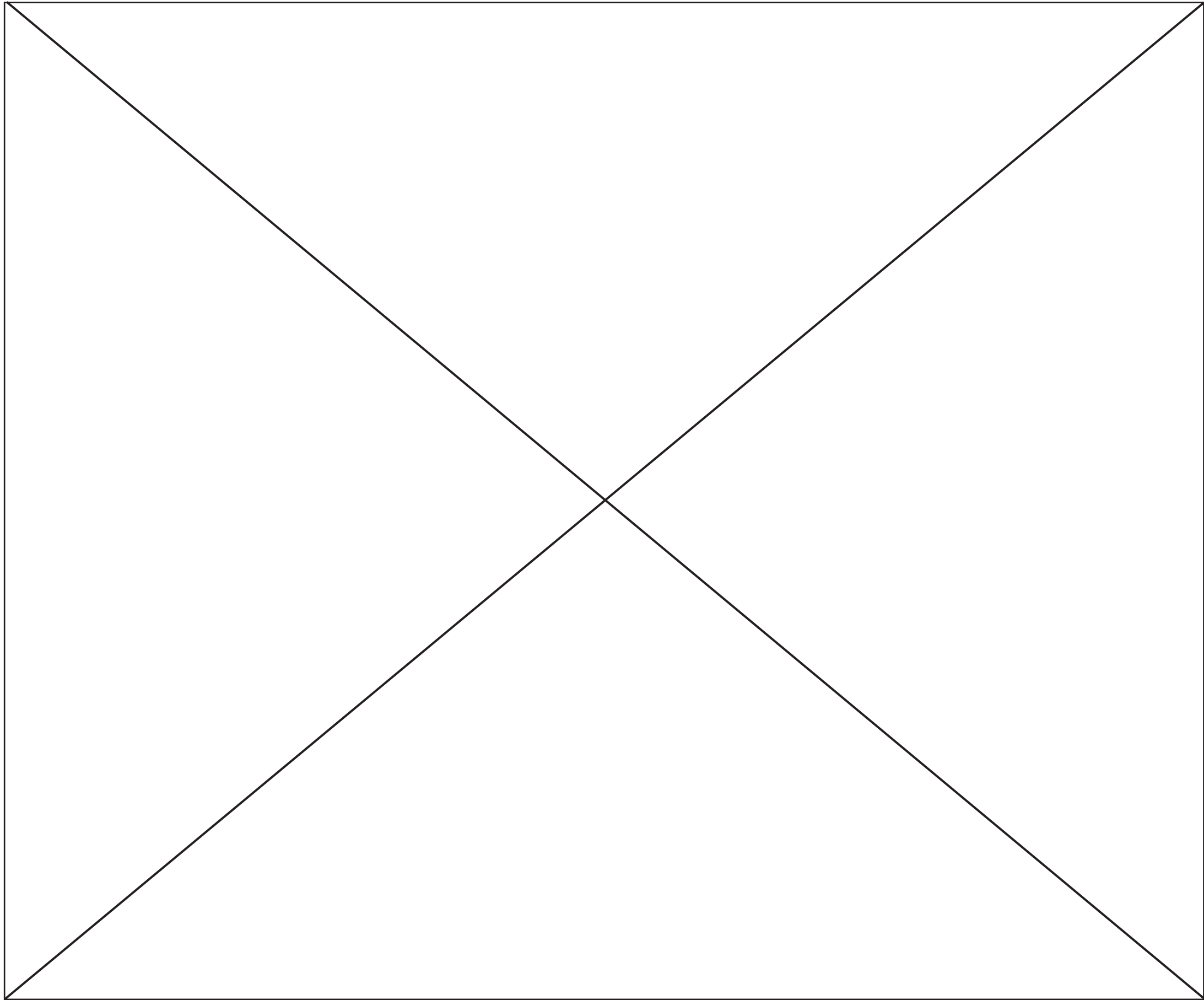
	<p>한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서</p>
<p>사고시 방사선구역도 (사고후 1일) 보조/원자로건물 EL. 137'-6"</p>	
<p>그림 12.3-3 (24 중 14)</p>	




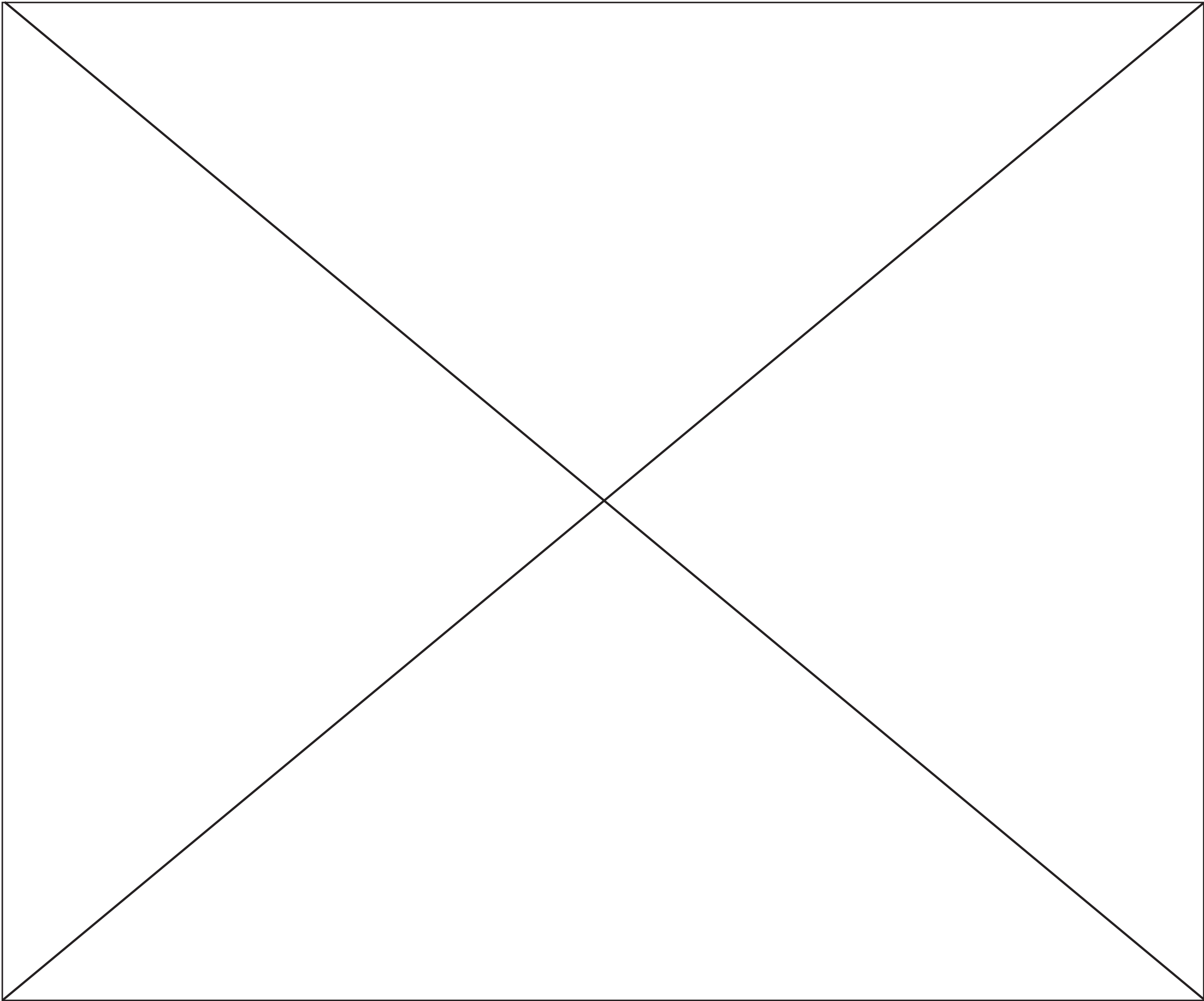
	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
사고시 방사선구역도 (사고후 1주일) 보조/원자로건물 EL. 137'-6"	
그림 12.3-3 (24 중 15)	



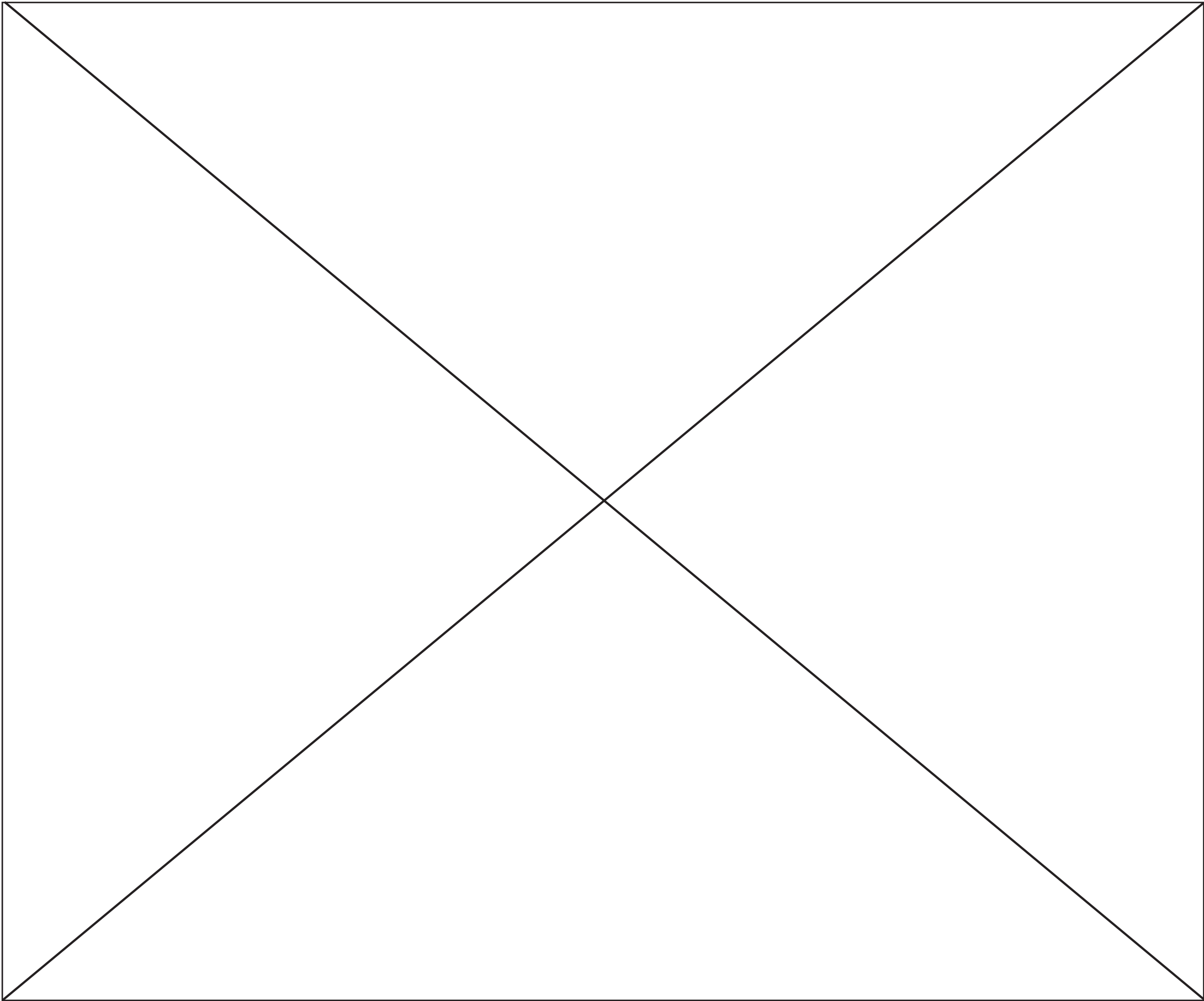
	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
사고시 방사선구역도 (사고후 1시간) 보조/원자로건물 EL. 156'-0"	
그림 12.3-3 (24 중 16)	




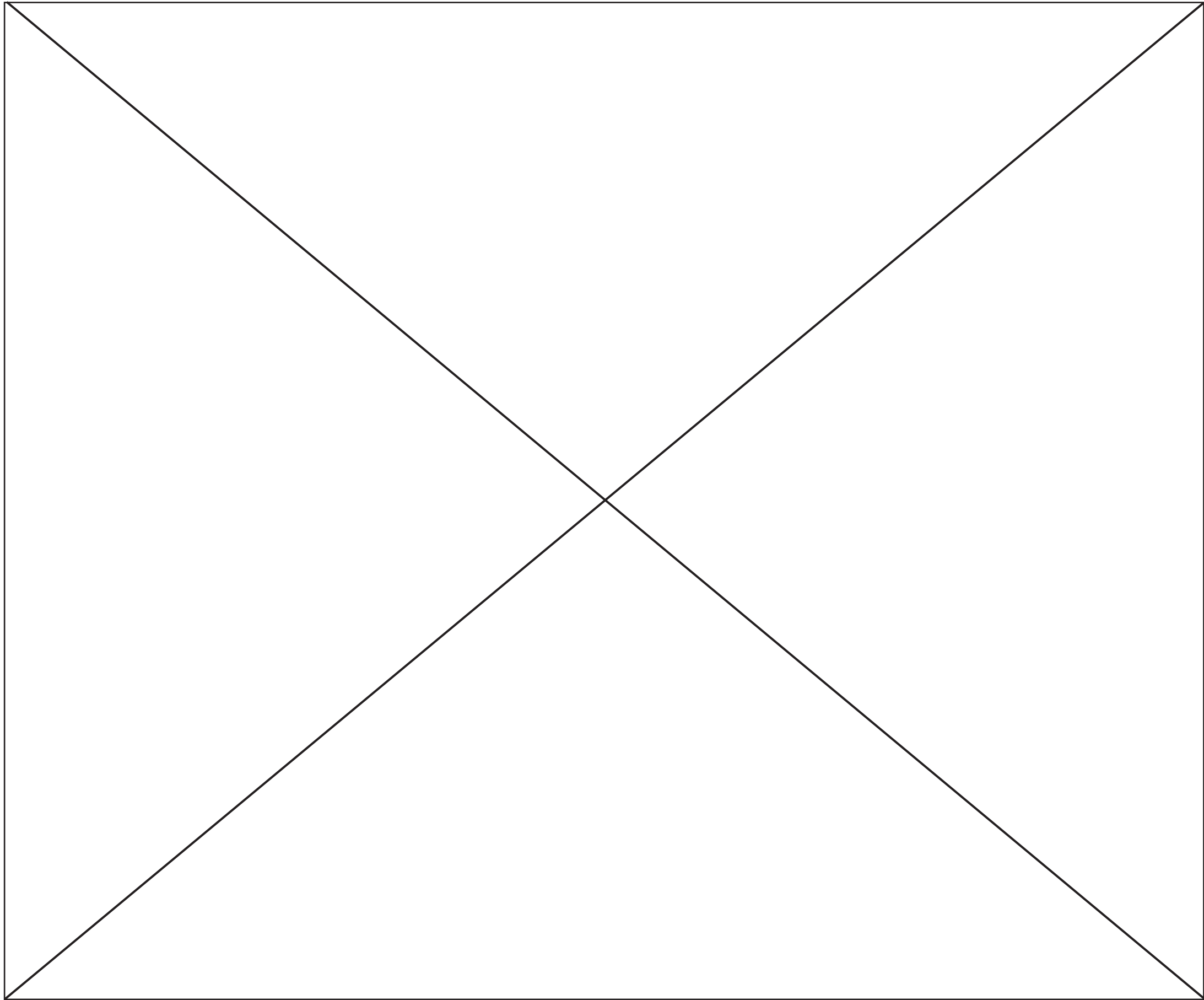
	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
사고시 방사선구역도 (사고후 1일) 보조/원자로건물 EL. 156'-0"	
그림 12.3-3 (24 중 17)	



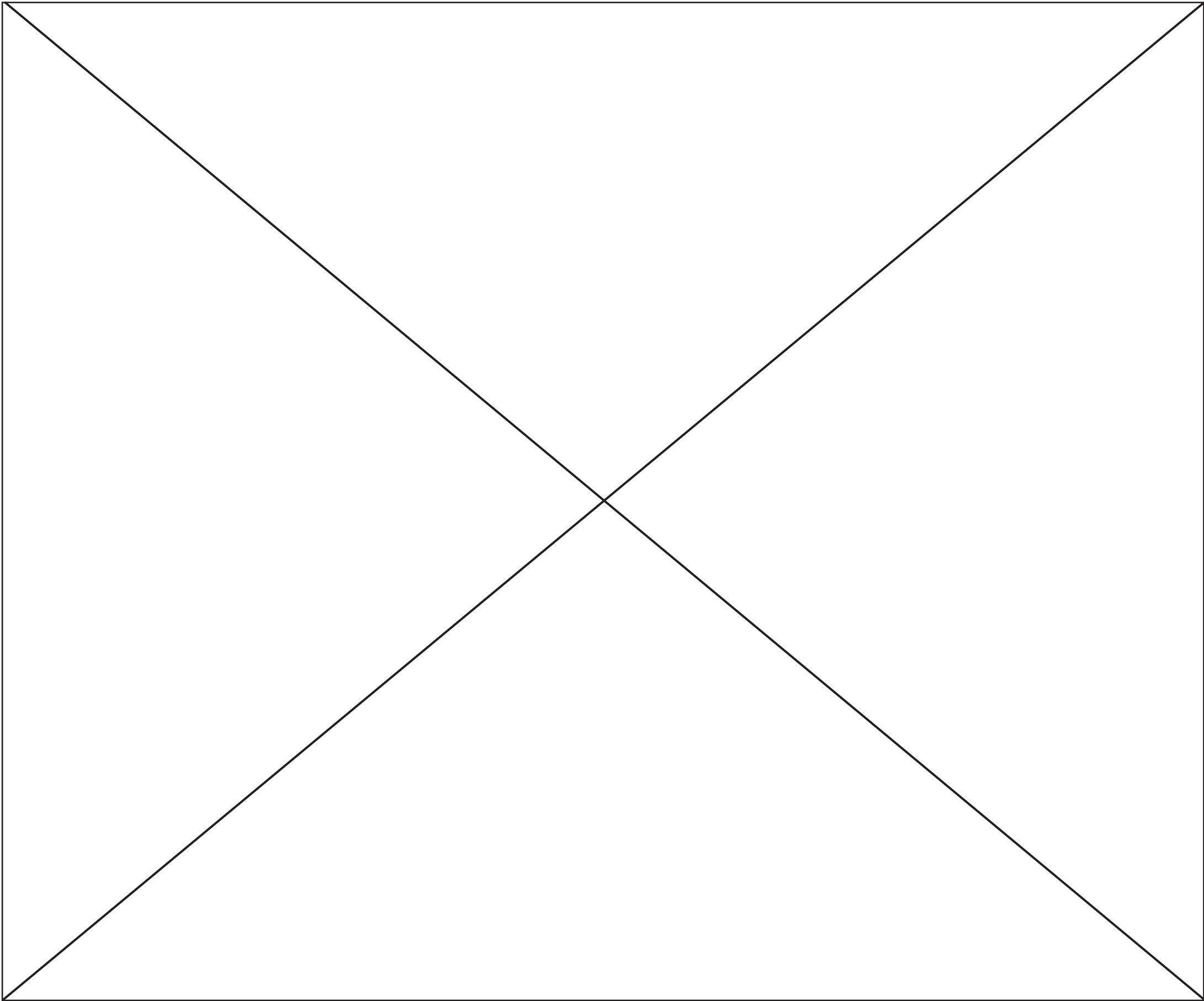
	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
사고시 방사선구역도 (사고후 1주일) 보조/원자로건물 EL. 156'-0"	
그림 12.3-3 (24 중 18)	



	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
사고시 방사선구역도 (사고후 1시간) 보조/원자로건물 EL. 172'-0"	
그림 12.3-3 (24 중 19)	

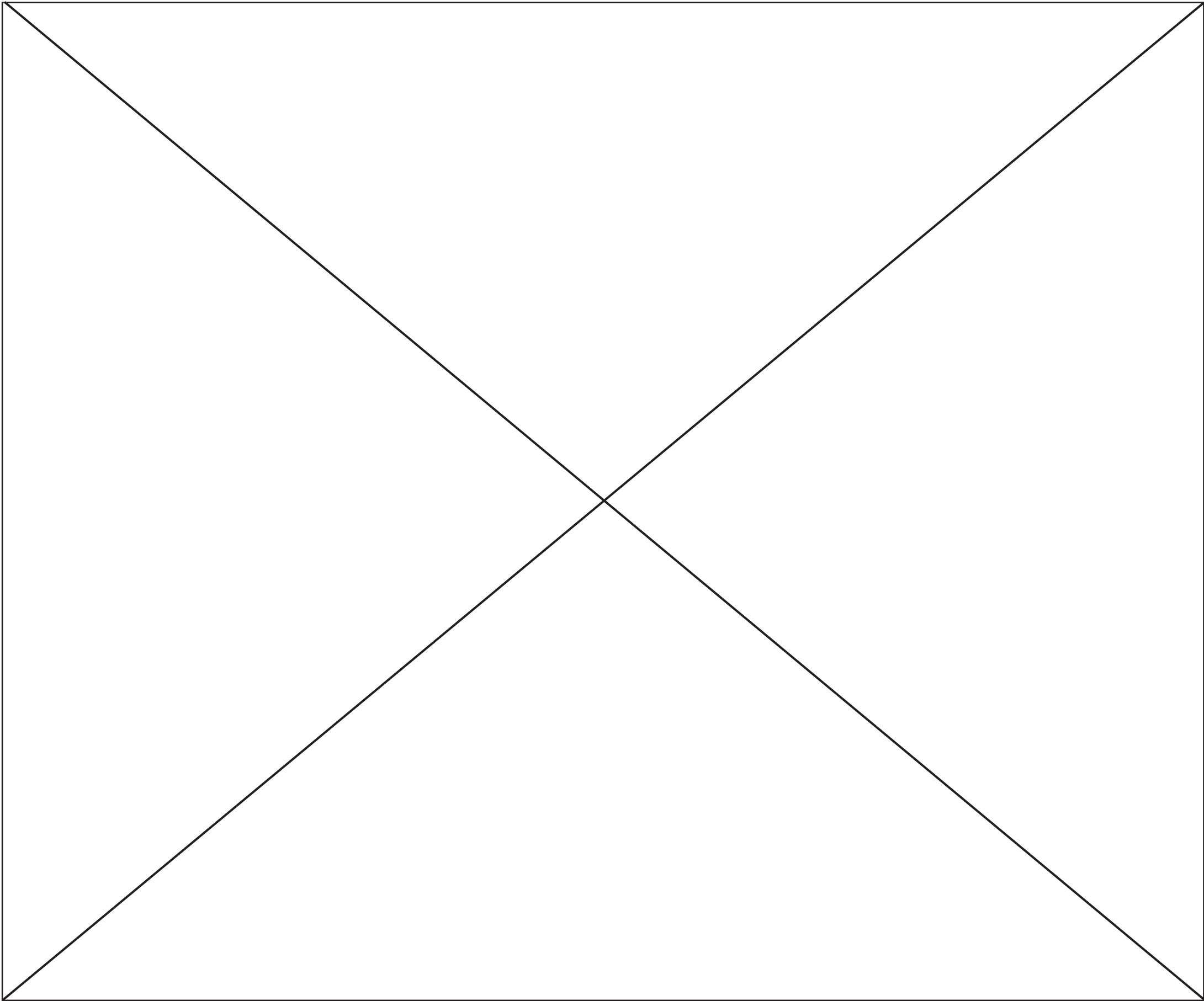


	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
사고시 방사선구역도 (사고후 1일) 보조/원자로건물 EL. 172'-0"	
그림 12.3-3 (24 중 20)	

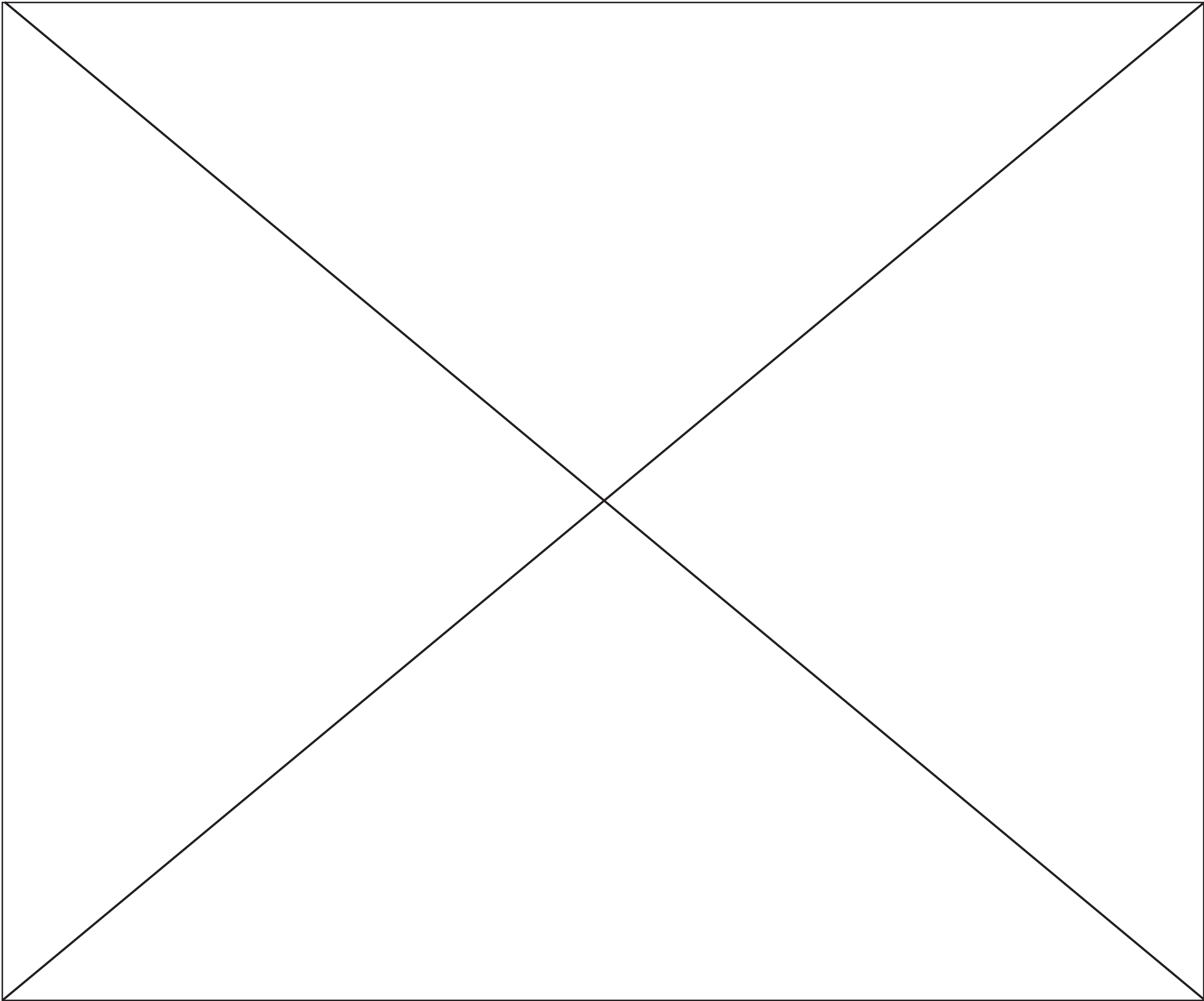


	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
사고시 방사선구역도 (사고후 1주일) 보조/원자로건물 EL. 172'-0"	
그림 12.3-3 (24 중 21)	

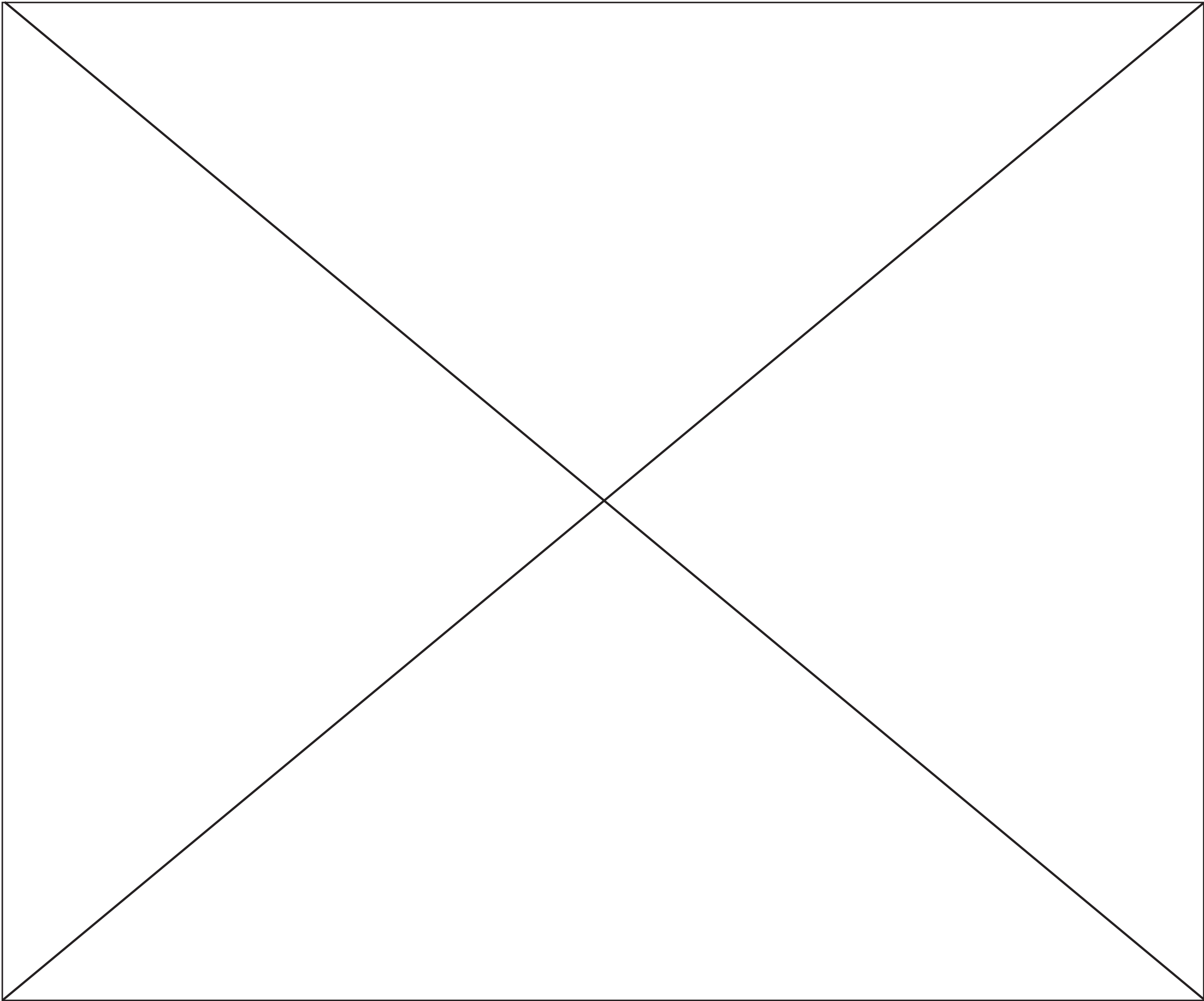





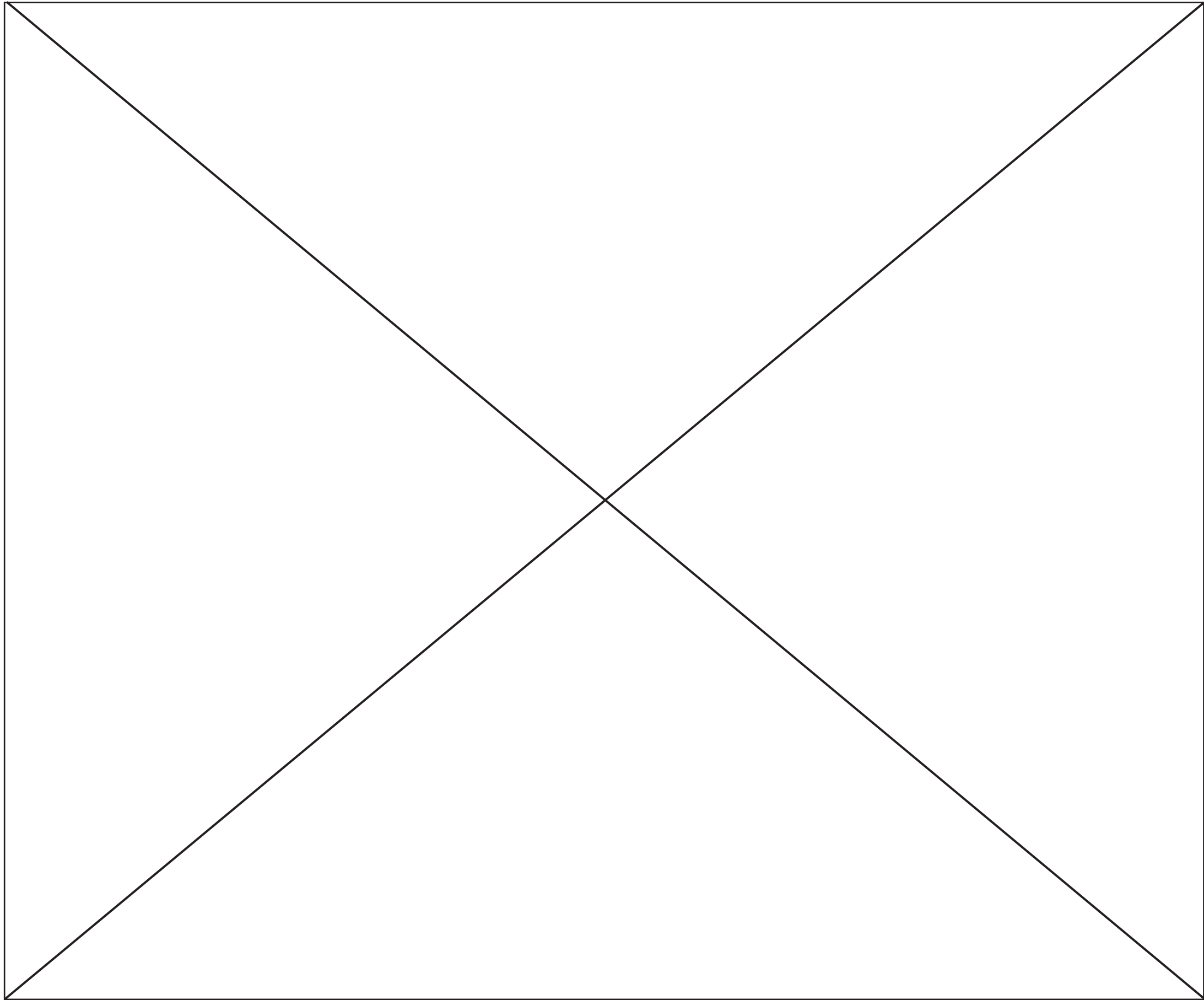
	<p>한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서</p>
<p>사고시 방사선구역도 (사고후 1시간) 보조/원자로건물 EL. 190'-0" &amp; 지붕도</p>	
<p>그림 12.3-3 (24 중 22)</p>	



	<p>한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서</p>
<p>사고시 방사선구역도 (사고후 1일) 보조/원자로건물 EL. 190'-0" &amp; 지붕도</p>	
<p>그림 12.3-3 (24 중 23)</p>	



	<p>한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서</p>
<p>사고시 방사선구역도 (사고후 1주일) 보조/원자로건물 EL. 190'-0" &amp; 지붕도</p>	
<p>그림 12.3-3 (24 중 24)</p>	



	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
핵연료이송관 주변 단면도  그림 12.3-4	

## 12.4 선량평가

본 장에서는 연간 종사자선량 및 제한구역경계에서 연간선량 평가에 대해 기술한다.

### 12.4.1 연간 종사자선량 평가

#### 12.4.1.1 운영중 원전 종사자 피폭자료

종사자선량의 변화추이를 분석하기 위하여 국내에서 운영중인 가압경수로의 종사자피폭 자료를 분석한다.

2

국내에서 운영중인 가압경수로를 한국표준형과 기타형으로 구분하여 종사자피폭자료를 분석한다. 작업자 피폭자료는 2001년부터 2012년에 대한 값이며, 기타형 가압경수로는 고리 3,4호기, 한빛 1,2호기, 한울 1,2호기이며, 한국표준형 가압경수로는 한빛 3,4호기, 한울 3,4호기, 한빛 5,6호기 등이다. 표 12.4-1에 제시된 바와 같이 기타형 가압경수로의 호기당 연간 종사자선량은 0.72 person-Sv이고 한국표준형 가압경수로의 호기당 연간 종사자선량은 0.37 person-Sv이다. 종사자 개인선량의 분포는 표 12.4-2와 같다.

2

국내원전의 상세 작업별 작업자선량 및 작업인력 비교는 표 12.4-3 및 표 12.4-4와 같다.

2

2

#### 12.4.1.2 종사자선량 저감을 위한 ALARA 설계특성

통상적으로 종사자선량의 50 %~75 %는 방사화부식생성물에 대한 피폭과 관련이 있다. 종사자선량, 방사성물질 방출량, 방사성폐기물 방사능의 저감에 가장 효과적인 방법은 원

자로냉각재계통의 부식과 이에 따른 방사선량율을 최소화하는 것이다.

중사자선량의 나머지 50 %~75 %는 핵연료간극으로부터 누설되는 방사선원과 관련이 있다. 신고리 5,6호기는 핵연료성능에 따라 핵연료결함률은 0.1 %이하일 것으로 예상된다. 이러한 설계특성에 따라 방사성물질 방출량 및 방사성폐기물 방사능이 감소할 것으로 예상된다.

적당한 재질의 선택, 화학제어, 핵연료 성능개선에 따라 연간 작업자선량은 감소할 것으로 예상된다.

2

증기발생기의 정비에 대하여 12.3.1.5절에 기술된 설계특성은 증기발생기의 정비 및 점검을 수행하는데 소요되는 시간을 대폭 저감한다. 이와 관련된 작업에 따른 중사자선량은 가압경수로 평균 전체 중사자선량의 20 %를 차지한다.

2

증기발생기 정비에 의한 중사자선량은 점검 및 정비를 요하는 전열관의 수와 관련이 있다.

2

증기발생기 설계는 증기발생기 전열관의 열처리를 포함하며, 과거 증기발생기 전열관 균열 등의 문제가 발생한 제조기술을 적용하지 않도록 하고 있다. 증기발생기 전열관은 인코넬 600 대신에 인코넬 690으로 제조한다. 인코넬 690은 증기발생기 전열관의 균열에 강한 것으로 증명되었다.

2

2

원자로냉각재펌프 정비 및 점검에 대한 종사자선량은 전체 종사자선량의 4% 정도이다. 신고리 5,6호기 설계에서는 원자로냉각재펌프 정비 및 점검 작업과 관련한 밀봉재교체를 최소화하고 교체시간을 단축한다.

설계에 반영된 종사자선량 저감을 위한 설계특성은 다음과 같다.

가. 장주기운전

나. 원자로냉각재계통 누설 감지

다. 일체형원자로상부구조물

라. 단일스터드신장기

마. 재장전수조 영구밀봉체

바. 원자로냉각재계통 기기 및 배관 재질

원자로냉각재계통 냉각재와 직접 접촉하는 기기 및 배관 표면의 코발트 함량은 0.1 wt %이하로 유지한다.

사. 증기발생기 전열관 재질

증기발생기 전열관의 코발트 함량은 0.015 wt %이하로 유지한다.

아. 기기 신뢰성, 보수성, 접근성

신고리 5,6호기 설계에서는 기기주변에 적당한 공간을 확보한다. 이는 정비 및 점검작업에 대한 보수성과 접근성을 향상시킨다. 또한 신뢰성이 있는 기기를 사용하여 정비빈도를 절감하여 종사자선량을 저감한다.

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

자. 탱크, 배관, 감시기 등의 기기는 규제지침서 8.8의 권고에 따라 입자의 침적을 최소화하도록 설계한다. 예를 들면 탱크의 바닥은 경사면으로 설계한다. 이러한 특성은 ALARA 설계 및 검토지침에 상세히 기술된다.

차. 계통 세척 및 제염 성능

신고리 5,6호기 설계에서는 수지이송배관과 같은 입자의 침적 가능성이 있는 배관에 대한 세척 및 제염 성능을 제공하고 있다. 이는 배관을 세척함으로써 고폐폭을 유발하는 방사성입자의 침적을 방지하기 위한 것이다.

카. 방사성폐기물 처리운전

방사성폐기물의 처리운전은 11.2절, 11.3절 및 11.4절에서 상세히 기술된다. 이러한 계통들은 처리를 위해 폐기물의 분류 및 폐기물간의 혼합을 방지하도록 운영된다. 각각 공정은 폐기물의 처분을 효과적이고 효율적으로 처리할 수 있도록 설계된다.

타. 오염된 기기의 격리 및 차폐

신고리 5,6호기 설계에서는 비방사성계통으로부터 방사성계통을 격리한다. 출입빈도, 운전특성, 방사선원강도를 고려하여 방사성계통의 기기들을 격실내로 격리한다. 설계에서는 기기와 저방사선구역에서 정비나 운전작업을 하는 종사자사이에 차폐를 제공한다.

파. 비정상사건으로부터 회복을 위한 설계

### 1) 구역별 분리

신고리 5,6호기 설계에서는 단일고장기준을 만족하도록 구역분리를 제공한다. 단일고장에 의한 인접구역에서 기기손실을 방지하기 위한 구역 간에는 화재 및 홍수 방호벽이 설치된다. 이에 따라 화재나 홍수사건으로부터 기기의 회복이 가능하다.

### 2) 원자로냉각재계통 감압

원자로건물내재장전수탱크의 사용에 따라 압력방출밸브를 통한 원자로건물내재장전수탱크로의 방출로 원자로냉각재계통의 감압이 가능하다. 따라서 많은 양의 에너지가 원자로건물내재장전수탱크로 흡입되어 열제거원상실



사건으로부터 회복이 가능하다.

### 3) 안전주입

원자로용기로의 직접 주입이 가능하여 안전주입 실패 가능성을 최소화시킨다.

### 4) 안전성관련 기기 전력공급

사고시 안전성관련 기기의 전력은 소외전원으로부터 직접 공급되므로 안전성관련 기기에 대한 전력공급 실패 가능성을 최소화시킨다.

상기의 설계특성에 따라 종사자선량은 ALARA 수준으로 저감될 것으로 예상된다.

#### 12.4.1.3 방사선작업종사자 집단선량 평가

방사성계통에서 방사화부식생성물 및 핵분열생성물, 작업구역에서 공기중방사능과 같은 방사선원은 정상운전 상태를 기준으로 평가된다. 12.4.1.2절에 기술된 바와 같이 원자로 냉각재계통 냉각재와 접촉하는 배관 및 기기나 증기발생기 전열관에 대해 저코발트재질을 선택하고 있다. 방사화부식생성물은 상기의 설계특성과 한빛 3,4호기의 운전자료를 근거로 평가된다.

작업구역에서 방사선량률은 해석적으로 계산된 방사선원을 사용하여 계산된다. 종사자선량은 예상 방사선방호계수와 작업별 투입인력(작업종사자수 및 작업시간)을 근거로 계산된다. 방사선방호계수는 작업구역에서 측정된 방사선량률과 실제 종사자피폭선량률의 비로 정의되며, 작업구역에서 방사선차폐, 방사선원과 종사자사이의 거리 등에 의한 선량저감효과를 반영한다. 방사선방호계수는 한빛 3,4호기 종사자피폭자료를 이용하여 평가하며 표 12.4-5와 같다.

종사자선량 평가에 사용된 입력자료는 다음과 같다.

가. 핵연료주기 18개월

나. 일체형원자로상부구조물 및 단일스터드신장기 사용

다. 핵연료재장전수조 영구밀봉체 사용

라. 원자로냉각재계통 기기, 배관 및 증기발생기 전열관 재질의 코발트 함량 제한

- 마. 정상운전중 연간 외부피폭선량은 계획예방정비 당 외부피폭선량의 10 %로 가정
- 바. 한국표준형원전의 운전경험에 따라 내부 피폭선량은 고려하지 않음(1 % 이내)
- 사. 작업별 외부피폭에 대한 방사선방호계수 및 작업별 투입인력은 한국표준형원전의 경험자료와 신한울 1,2호기 설계 특성을 반영함
- 아. ICRP-68 및 ICRP-74의 선량환산인자를 이용하여 내부유효선량 및 외부유효선량 계산

2

중사자선량 평가결과는 표 12.4-6과 같다. 표 12.4-6에서 보는 바와 같이 중사자선량은 핵연료주기당 0.48 person-Sv로 예상되며 연평균 중사자선량은 0.32 person-Sv로 평가된다.

2

#### 12.4.2 소외주민 선량 평가

원자로건물, 보조건물, 복합건물, 터빈건물로부터의 직접피폭에 의한 방사선량은 건물외부 저장탱크로부터의 방사선량과 비교하여 무시할만하다. 이러한 저장탱크는 차폐된 탱크 외부표면에서 방사선량이 0.001 mSv/hr 이하로 설계되어 있다. 따라서 제한구역경계에서의 방사선량은 매우 적을 것으로 예상된다.

제한구역경계에서 방사성물질의 방출에 의한 예상 방사선량은 11.2.6절 및 11.3.6절에 주어진바, 소외주민에 대한 예상 방사선량은 관련 규제요건의 선량한도 이하이다.

#### 12.4.3 건설작업종사자 선량 평가

건설작업종사자에 대한 선량평가는 원자력발전소의 건설에 참가하는 일반 작업종사자가 건설기간 중 동일 부지 내에 있는 가동중인 원자력발전소로부터 받는 피폭선량을 평가하는 것이다. 건설작업종사자가 받는 피폭경로로는 가동중 발전소로부터 방사능운에 의한 피폭, 지표면 침적 방사성물질에 의한 피폭, 기체상 방사성물질 호흡에 의한 피폭 및 직접피폭의 4가지 경로가 고려된다. 건설작업종사자에 대한 선량 기준은 원자력안전법 시행령의 일반인에 대한 연간 유효선량 한도인 1 mSv 이며, 건설작업종사자 선량평가를 위한 가정사항은 다음과 같다.

- 가. 총 건설기간은 5년이며, 신고리 5호기는 6호기 건설의 마지막 해 동안만 가동한다(건설기간은 원자로 기초콘크리트 타설공사로부터 원전연료장전까지의 기간이다).
- 나. 표 12.4-7과 같이 건설기간중 처음 4년 동안은 작업종사자수가 연간 4,000명이며, 건설 마지막 해의 작업종사자 수는 1,500명으로 가정한다.

- 다. 건설작업종사자의 연간 작업시간은 2,000시간이다(40시간/주, 50주/년).
- 라. 방사능운에 의한 선량계산시 적용된 피폭원으로부터 건설작업자까지의 거리는 12.4.3.2절에 기술된다. | 2
- 마. 기체방사성물질의 방출은 부지 내 관측소에서 4년간(2008.1.1.~2011.12.31.) 측정한 58 m 기상자료를 사용하고 주변건물에 의한 추가적인 확산은 무시한다. | 2
- 바. 피폭지점에서 건설작업종사자의 음식물 섭취로 인한 선량은 무시한다.
- 사. 가동중 원전에 의한 직접선량 계산에 있어서 고리 1~4호기 및 신고리 1~4호기에 의한 영향은 무시하며 건설 마지막 해에 신고리 5호기로부터 신고리 6호기 건설작업종사자가 받는 직접선량만을 고려한다. 신고리 5호기 원자로건물 외벽에서 신고리 6호기 건설작업종사자까지의 거리는 128 m이다. | 2
- 아. 직접선량 계산기간인 건설 마지막 해에는 작업종사자 중 20 %만이 외부에서 작업한다.
- 자. 건설작업종사자에 대한 직접선량 계산시 신고리 5호기 건물 외부의 예상 표면선량률을 0.001 mSv/hr로 가정하며, 선원은 1 MeV의 감마선으로 가정한다. | 2

#### 12.4.3.1 직접선량

건설작업종사자에 대한 연간 총누적 직접선량은 동일 부지 내 운전중인 발전소로부터의 직접 피폭에 의한 것으로 신고리 5호기의 원자로건물 외부에서 선량률을 0.001 mSv/hr로 가정하여 128m 떨어진 신고리 6호기 작업종사자에 대한 연간누적선량을 계산한다. 선량 평가결과는 표 12.4-8 및 표 12.4-9와 같다.

#### 12.4.3.2 공기중 방사능에 의한 선량

공기중 방사성물질에 의한 건설작업종사자의 피폭에는 방사능운에 의한 피폭, 지표면에 침적된 방사능에 의한 피폭과 호흡에 의한 피폭이 고려되며, 규제지침서 1.109에 제시된 피폭평가 모델을 적용하여 계산한다.

고리 1~4 및 신고리 1~4호기로부터의 방사능 누출에 의한 신고리 5,6호기 건설작업종사자의 선량을 계산하게 되며, 신고리 6호기 건설 마지막 해 1년간은 가동중인 신고리 5호

기로 부터의 누출도 고려된다.

각 위치별 대기확산인자 및 침적인자는 다음과 같다.

호기 구분 (피폭원→피폭지점)	거리(m)	대기확산인자 <sup>1)</sup> (sec/m <sup>3</sup> )	지표면침적인자 <sup>1)</sup> (1/m <sup>2</sup> )
고리 1,2,3,4호기 → 신고리 5호기	2,460	8.731E-07	2.259E-09
고리 1,2,3,4호기 → 신고리 6호기	2,610	7.980E-07	2.039E-09
신고리 1,2호기 → 신고리 5호기	1,690	1.571E-06	4.306E-09
신고리 1,2호기 → 신고리 6호기	1,840	1.372E-06	3.724E-09
신고리 3,4호기 → 신고리 5호기	300	3.307E-05	6.792E-08
신고리 3,4호기 → 신고리 6호기	450	1.600E-05	3.704E-08
신고리 5호기 → 신고리 6호기	150	1.157E-04	1.803E-07

2

작업종사자의 연간 작업시간을 2,000시간(40시간/주, 50주/년)으로 가정할 경우, 고리 1~4호기 및 신고리 1~4호기에 의하여 신고리 5호기 건설작업종사자가 받는 연간 개인유효선량과 고리 1~4호기 및 신고리 1~4호기에 의하여 신고리 6호기 건설작업종사자가 받는 연간 개인유효선량은 표 12.4-8과 같다. 표 12.4-8에서 보는 바와 같이 신고리 5,6호기 건설작업종사자가 동일 부지 내 가동중인 발전소로부터 받는 연간 개인유효선량은 원자력안전법 시행령의 일반인에 대한 선량한도를 충분히 만족함을 알 수 있다.

건설기간동안 신고리 5,6호기 건설작업종사자들의 연간 총 유효집단선량(Person-Sv)은 표 12.4-9와 같다.

#### 12.4.4 참고문헌

1. KOPEC, KOPEC/00-TD-0AN, “기술개발 최종보고서 : 방사선방호분야 기술계산 전산프로그램(OREDOSE, Ver. 2.0) 개발”, 2000. 12
2. 한국수력원자력(주), “원자력발전소 방사선관리연보”, 2001~2012.

2

2

1) 신고리 5,6호기는 고리 1~4호기 및 신고리 1,2호기에 대하여 NNE 방향에 건설되므로 NNE 방향에 대한 값임.

3. 한국전력공사/한국전력기술, N-001-END495-003, “기술보고서 : 차세대원전 중사자 (집단)선량 평가”, 2001. | 2

| 2

표 12.4-1

국내원전의 연간 작업자선량 비교

연도	평균 작업자 선량(person-mSv) <sup>1)</sup>	
	기타형 PWR	한국표준형 PWR
2001	921.46	275.19
2002	693.15	436.39
2003	721.44	232.98
2004	1045.60	364.54
2005	677.43	406.61
2006	775.34	317.61
2007	777.67	376.92
2008	510.07	406.19
2009	602.37	353.44
2010	581.17	361.05
2011	728.53	535.50
2012	587.66	411.94
Average	718.49	373.03

2

1) 2001년부터 2012년까지의 방사선관리연보 참조

표 12.4-2

국내원전의 작업자 개인선량 분포<sup>1)</sup>

방사선량 (mSv)	작업자 개인선량 분포(%)								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	평균
0.1 미만	60.5	58.9	57.8	58.6	60.2	59.9	55.3	61.1	59.0
0.1~1	24.1	28.1	28.5	28.5	25.4	26.2	28.4	26.7	26.7
1~2	8.1	7.1	7.2	7.2	7.9	7.3	8.2	5.9	7.5
2~3	3.1	2.7	3.1	3.1	2.7	3.0	3.6	2.6	3.0
3~5	2.8	2.4	2.3	2.3	2.7	2.3	2.7	2.0	2.5
5~10	1.3	0.9	1.0	1.0	1.0	1.3	1.6	1.4	1.2
10~15	0.1	0.0	0.2	0.2	0.1	0.0	0.2	0.2	0.1
15~20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20 이상	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

2

1) 한국표준형 가압경수로

2

표 12.4-3

국내원전의 작업별 작업자선량 분포<sup>1)</sup>

작업	기타형 PWR		한국표준형 PWR	
	작업자선량 (person-mSv)	분포 (%)	작업자선량 (person-mSv)	분포 (%)
핵연료 교체	26.11	3.63	16.22	4.35
원자로 및 내부구조물 작업	71.75	9.99	76.60	20.55
증기발생기 Primary Side 보수 작업	87.60	12.19	64.09	17.19
증기발생기 Secondary Side 보수 작업	45.98	6.40	13.49	3.62
기타펌프류/열교환기점검, 정비	15.86	2.21	19.85	5.32
방진기점검, 정비	19.19	2.67	6.76	1.81
가압기점검, 정비	13.95	1.94	8.79	2.36
RCP점검, 정비	42.17	5.87	12.05	3.23
밸브류점검, 정비	51.01	7.10	10.25	2.75
정기검사	10.62	1.48	8.98	2.41
가동중 검사	47.79	6.65	20.76	5.57
격납용기 누설시험	5.18	0.72	1.66	0.44
계통 운전	17.96	2.50	6.33	1.70
방사선안전관리 및 세탁	41.70	5.80	22.68	6.08
폐기물관리	8.13	1.13	6.18	1.66
필터교체 작업	32.61	4.54	18.84	5.05
기타 작업	44.20	6.15	24.70	6.62
정상운전	136.70	19.03	34.56	9.27
계	718.49	100	372.79	100

2

1) 2001년부터 2012년까지의 방사선관리연보 참조

2



표 12.4-4

국내원전의 작업별 작업인력 분포<sup>1)</sup>

작업	기타형 PWR		한국표준형 PWR	
	작업자수 (명)	분포 (%)	작업자수 (명)	분포 (%)
핵연료 교체	924	2.39	849	2.32
원자로 및 내부구조물 작업	966	2.49	1,623	4.44
증기발생기 Primary Side 보수 작업	622	1.60	761	2.08
증기발생기 Secondary Side 보수 작업	549	1.42	478	1.31
기타펌프류/열교환기점검, 정비	124	0.32	351	0.96
방진기점검, 정비	383	0.99	318	0.87
가압기점검, 정비	199	0.51	174	0.47
RCP점검, 정비	793	2.05	647	1.77
밸브류점검, 정비	999	2.58	573	1.57
정기검사	2,286	5.90	4,115	11.25
가동중 검사	409	1.06	566	1.55
격납용기 누설시험	199	0.51	313	0.85
계통 운전	4,528	11.68	5,013	13.70
방사선안전관리 및 세탁	8,723	22.51	7,370	20.14
폐기물관리	2,312	5.97	3,050	8.34
필터교체 작업	4,668	12.04	3,967	10.84
기타 작업	3,043	7.85	1,791	4.89
정상운전	7,032	18.14	4,632	12.66

2

1) 2001년부터 2012년까지의 방사선관리연보 참조

2

표 12.4-5

방사선방호계수

작업	방사선방호계수
핵연료 교체	3.5
원자로 및 내부구조물 작업	754
증기발생기 Primary Side 보수 작업	1200
증기발생기 Secondary Side 보수 작업	37.3
기타펌프류/열교환기점검, 정비	56.3
방진기점검, 정비	0.2
가압기점검, 정비	559
RCP점검, 정비	81.6
밸브류점검, 정비	13.6
정기검사	1.1
가동중 검사	1070
격납용기 누설시험	9690
계통 운전	2.3
방사선안전관리 및 세탁	63.1
폐기물관리	104
필터교체 작업	36.6
기타 작업	2000

표 12.4-6

작업자선량 평가 결과

작업	작업자선량 (person-mSv/cycle)	분포(%)
핵연료 교체	23.79	4.9
원자로 및 내부구조물 작업	116.90	24.3
증기발생기 Primary Side 보수 작업	86.97	18.1
증기발생기 Secondary Side 보수 작업	22.88	4.8
기타펌프류/열교환기점검, 정비	35.89	7.5
방진기점검, 정비	5.65	1.2
가압기점검, 정비	11.45	2.4
RCP점검, 정비	9.29	1.9
밸브류점검, 정비	7.94	1.6
정기검사	9.22	1.9
가동중 검사	17.68	3.7
격납용기 누설시험	1.39	0.3
계통운전	7.63	1.6
방사선안전관리 및 세탁	25.50	5.3
폐기물관리	7.74	1.6
필터교체 작업	23.43	4.9
기타 작업	24.40	5.1
정상운전	43.78	9.1
계	481.53	100

2

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 12.4-7

건설기간별 예상 건설작업종사자 수

건설기간	신고리 5호기	신고리 6호기
1년차	4,000	-
2년차	4,000	4,000
3년차	4,000	4,000
4년차	4,000	4,000
5년차	1,500	4,000
6년차	-	1,500

표 12.4-8

건설작업종사자의 연간 개인선량(mSv/yr)

구분			유효선량	피부등가선량
신고리 5호기	5년의 건설기간	1. 방사능운에 의한 선량	1.30E-02	6.03E-02
		2. 지표면 침적선량	1.42E-04	4.37E-04
		3. 호흡에 의한 선량	6.35E-04	4.92E-04
		계	1.38E-02	6.12E-02
신고리 6호기	처음 4년의 건설기간	1. 방사능운에 의한 선량	6.46E-03	2.99E-02
		2. 지표면 침적선량	8.11E-05	2.49E-04
		3. 호흡에 의한 선량	3.54E-04	2.82E-04
		계	6.89E-03	3.04E-02
	건설 마지막 해	1. 방사능운에 의한 선량	2.84E-02	1.32E-01
		2. 지표면 침적선량	2.55E-04	7.86E-04
		3. 호흡에 의한 선량	1.25E-03	9.40E-04
		4. 직접선량	1.80E-02	-
		계	4.79E-02	1.33E-01

2

표 12.4-9

총 건설작업종사자의 연간 집단선량(person-Sv/yr)

구분			유효선량	피부등가선량
신고리 5호기	5년의 건설기간	1. 방사능운에 의한 선량	5.20E-02	2.41E-01
		2. 지표면 침적선량	5.68E-04	1.75E-03
		3. 호흡에 의한 선량	2.54E-03	1.97E-03
		계	5.51E-02	2.45E-01
신고리 6호기	처음 4년의 건설기간	1. 방사능운에 의한 선량	2.58E-02	1.19E-01
		2. 지표면 침적선량	3.24E-04	9.96E-04
		3. 호흡에 의한 선량	1.41E-03	1.13E-03
		계	2.76E-02	1.22E-01
	건설 마지막 해	1. 방사능운에 의한 선량	4.26E-02	1.98E-01
		2. 지표면 침적선량	3.82E-04	1.18E-03
		3. 호흡에 의한 선량	1.87E-03	1.41E-03
		4. 직접선량	2.70E-02	-
		계	7.19E-01	2.00E-01

2

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

### 12.5 방사선방호계획

#### 12.5.1 조직

##### 12.5.1.1 방사선방호계획의 조직

발전소 방사선방호계획은 신고리 5,6호기에 공통으로 적용된다. 신고리 5,6호기의 조직은 13.1절에 기술된 바와 같으며 발전소장은 발전소의 방사선 방호, 오염관리 및 제염에 대한 책임이 있다.

방사선안전부서장은 발전소 방사선방호계획을 관리할 책임이 있으며, 그 계획은 방사선 원, 부산물, 오염물질 등 방사성물질의 취급 및 감시 작업을 포함하고 있다. 또한, 방사선안전부서장은 발전소 운전이 방사선방호계획에 적용될 수 있는 원자력안전법 및 관련 규정에 만족함을 보증할 책임이 있다. 상기 문서에 나타난 정책과 그것을 이행하는 근거에 대해서는 12.1.1절에 기술되어 있다.

방사선안전관리원은 방사선방호계획을 수행하는 전문가로서, 방사선안전부서장에게 보고를 해야 하고, 방사선 작업절차를 수립하여 방사선 피폭선량이 ALARA로 유지될 수 있도록 관리하며, 방사선방호를 위한 방사선 측정과 방사성폐기물의 시료 채취 및 분석을 한다.

위에서 말한 감독자의 책임과 권한, 방사선안전관리원의 필요한 교육과 자격에 대한 상세 내용은 13.1.2절 및 13.1.3절에 기술되어 있다.

##### 12.5.1.2 방사선방호계획의 목적

방사선방호계획은 다음과 같은 목적을 가지고 있다.

가. 종사자들의 피폭선량이 원자력안전법의 기준 내에 있으며, ALARA로 유지되고 있음이 보증될 수 있도록 발전소 종사자를 행정적으로 관리한다.

발전소 종사자들이 모든 절차 및 요구사항에 따르고 있음이 보증될 수 있도록 행정상의 관리지시 체계를 유지한다.

방사선방호를 위한 규제치는 원자력안전법에 일치하도록 개발되어야 하며, 발전소 종사자들이 방사선 방호에 관련된 모든 절차 및 요구사항을 따르고 있음이 보증될 수 있도록 방사선안전관리절차서를 만들어 이용한다.

나. 방사성폐기물 방출은 원자력안전법의 제한치 이내에 있음이 보증될 수 있도록

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

관리한다.

### 12.5.1.3 방사선방호계획

방사선방호계획은 12.5.1.2절에 제시된 목적을 실제적으로 안전한 방법으로 수행하는데 사용되는 절차로서, 원자력안전법 및 관련규정을 만족하며 다음 업무를 수행하고 있음을 보증한다.

- 가. 종사자는 적절한 방사선방호 교육을 받는다.
- 나. 적절한 출입관리 절차 및 관리구역 작업복은 외부오염을 막는데 사용된다.
- 다. 호흡방호장구는 내부 피폭을 막는데 사용한다.
- 라. 방사선구역은 방사성물질의 체내흡입을 방지하기 위하여 분리되고 적절히 표지된다.
- 마. 방사선량률과 표면오염 및 공기 중 방사능 등을 정확히 측정할 수 있도록 계측기 및 장비는 적절하게 교정된다.
- 바. 종사자들에게 적절한 선량측정장비가 제공된다.
- 사. 내부피폭선량평가 프로그램이 제공된다.
- 아. 방사성물질의 선적 및 하역이 올바르게 수행된다.
- 자. 작업 종사자의 방사선량은 ALARA로 유지될 수 있도록 필요한 조치가 취해진다.

이 계획을 이행하는데 사용된 절차에 대한 상세 내용은 12.5.3절에 기술되어 있다. 또한 이 계획은 발전소로 인하여 주변 환경과 주민에게 방사선 영향을 거의 주지 않음을 보증할 수 있도록 발전소 절차에 따라 적절한 방사성폐기물 방출시료를 채취하여 분석할 수 있음을 보증하며, 13.3절에서 기술된 발전소 사고로 인한 영향을 줄일 수 있도록 비상계획이 갖추어져 있음을 보증한다.

### 12.5.2 장비, 계측기 및 설비

#### 12.5.2.1 방사선관리구역

발전소 설계시 각 호기별로 방사선관리구역을 설정한다. 방사선관리구역은 표 12.3-1에



## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

나타나 있는 바와 같이, 방호조치를 취해야 하거나 취해야 할 우려가 있을 만큼의 방사성 물질이 있는 모든 지역과 방사선 구역 2 또는 그 이상의 지역을 포함한다. 신고리 5,6호기의 정상운전시 방사선구역도는 그림 12.3-1 및 그림 12.3-2에 나타나 있다.

방사선관리구역의 정상적인 출입은 복합건물(그림 12.5-1 참조)의 출입통제소를 통해 이루어지며, 방사선안전관리원에 의해 통제된다. 방사선관리구역으로 출입할 수 있는 다른 모든 곳은 잠금장치를 하거나 밀폐시켜 놓는다.

발전소의 청정지역에 임시 방사선관리구역이 설정될 수 있으나, 이 경우 방사선관리구역의 모든 규칙 및 절차를 따라야 한다. 방사선관리구역을 떠나는 모든 사람들이 스스로 오염검사를 할 수 있도록 방사선 계측기를 출입통제 지점에 설치한다.

트럭이 핵연료취급지역과 복합건물을 출입할 수 있도록 발전소 옥외지역(즉 제한구역)의 일부를 포함하여 출입통제 요구조건을 확장할 수도 있다. 출입금지구역 경계에는 울타리, 바줄 등 다른 장애물로 막아 놓아야 한다. 오염물질이 발전소 건물 외부지역에 방치되지 않도록 한다.

트럭운전사와 같은 사람이 방사선관리구역을 출입하게 될 때는 관리구역 작업복을 착용하고 계속 감독을 받으며, 필요하다면 방사선량 측정장비도 지급한다. 트럭이 방사선관리구역을 떠날 때는 트럭 및 운전사는 방사선 측정을 하여 그 결과를 기록하고 유지한다. 방사선방호 교육을 받은 사람이나 교육을 받은 사람에 의해 안내되는 사람만이 방사선관리구역에 출입이 허가된다.

방사선관리구역을 출입하는 사람에게는 선량측정기를 지급한다. 방사선작업허가서에는 작업구역의 방사선 상태를 표시하며, 출입시 필요한 관리구역 작업복과 방사선 측정장비를 지정하고 허용 작업기간을 명시한다.

고방사선구역은 눈에 띄게 표시하며, 허가받지 않은 종사자의 출입을 방지하기 위하여 잠금장치 등 장애물을 설치한다. 고방사선 구역을 출입하는 종사자는 방사선작업허가서가 발행될 때 방사선안전관리원으로부터 방사선방호에 관한 지침을 받는다.

### 12.5.2.2 방사선방호 설비

방사선방호를 위한 설비는 발전소의 오염가능지역으로의 출입이 편리한 곳에 위치하도록 하며, 다음과 같은 설비를 포함한다.

가. 방사능량과 방사능 농도를 분석하기 위한 계측실

나. 보건물리실 및 출입관리 통제소

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

다. 종사자 갱의실 및 보관함

라. 종사자 제염설비

마. 세탁된 옷 저장시설

바. 고정 지역방사선감시계통

사. 방사선관리구역에서 나가는 종사자의 방사성 오염을 검사하기 위한 전신 오염 감시기와 휴대용 오염측정기

아. 계측기의 정비를 위한 계측기 작업장

### 12.5.2.3 방사선방호 설계

계속적으로 방사선준위가 1 mSv/hr를 넘을 가능성이 있는 지역은 잠금장치가 부착된 문을 설치하여 출입을 제한하며, 비상시 빨리 출입할 수 있도록 설계된다. 방사선지역에서 일하는 종사자를 차폐할 수 있도록 납 벽돌 또는 납판과 같은 차폐체를 제공하여 종사자의 방사선량이 ALARA로 유지될 수 있도록 한다. 원격도구 및 취급장비와 같은 특별한 장비 및 차폐된 이송용기가 방사성물질을 취급(즉, 필터교체)하기 위해 사용된다. 경우에 따라서 특별한 차폐 또는 도구가 종사자의 방사선 피폭선량을 실제로 줄일 수 있는 정도까지 이용된다. 이와 관련한 상세 내용은 12.3.1절과 12.3.2절에 기술되어 있다.

### 12.5.2.4 방사선방호용 계측기

#### 12.5.2.4.1 실험실 방사선 측정장비

실험실용 방사선 측정장비는 다음과 같은 것을 포함한다.

가. 액체 섬광 계측기

나. 알파 계측기

다. 베타 계측기

라. 감마 핵종분석 장비

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

### 12.5.2.4.2 휴대용 방사선 측정기기

휴대용 방사선 측정기기는 다음과 같은 것을 포함한다.

- 가. 광역 베타, 감마선 측정기
- 나. 중간 영역 베타, 감마선 측정기
- 다. 협역 베타, 감마선 측정기
- 라. 중성자 측정기
- 마. 휴대용 표면오염 측정기
- 바. 베타 입자 공기감시기
- 사. 이동형 미립자, 요오드, 가스 감시기

### 12.5.2.4.3 휴대용 공기시료 채집기

휴대용 공기시료 채집기는 다음과 같은 것을 포함한다.

- 가. 건전지 작동 공기시료 채집기
- 나. 고유량 공기시료 채집기
- 다. 유량조절 공기시료 채집기
- 라. 삼중수소 시료 채집기

공기시료 채집기는 방사성입자와 할로젠 원소 및 불활성기체의 시료채취를 위해 사용된다. 이러한 시료 채집기들은 발전소 운전중이나 정비기간중에 종사자가 방사선관리구역 내에 들어가기 전 국부지역의 시료채취를 하기 위해 사용된다. 연속 공기감시기(CAMs)는 공기 중 방사성입자, 불활성기체 및 요오드의 방사능 농도를 측정하며, 미리 설정된 값 이상으로 공기 중 방사능 준위가 상승하면 경보를 제공한다.

### 12.5.2.4.4 개인 방사선 피폭 감시장비

개인 방사선 피폭 감시장비는 다음과 같은 것을 포함한다.

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

- 가. 중성자 선량계
- 나. 자동 선량 측정기
- 다. 열형광선량계(TLD) 및 관독장치
- 라. 전신오염 감시기
- 마. 내부피폭 검사장비

### 12.5.2.4.5 비상용 계측기

비상시를 대비하여 다음의 계측기를 비상기술지원실 등에 보관한다. 이들 계측기는 올바르게 작동하는지를 확인하기 위해 정기적으로 교정되고 점검된다.

- 가. 방사선량률 측정기
- 나. 표면오염 측정기
- 다. 공기시료 채집기
- 라. 개인 선량계
- 마. 호흡방호장비

### 12.5.2.4.6 방사선방호 계측기의 교정

다음의 방사선방호 계측기는 검교정 요원에 의해 16장 기술지침서에 따라 정기적으로, 그리고 필요시 시험 및 교정된다. 수리와 교정은 적절한 교정설비와 승인된 절차서를 사용하여 교육받은 계측기 검교정 요원에 의해 수행된다.

- 가. 방사선(능) 측정장비
- 나. 공기시료 채집기
- 다. 개인 방사선 피폭 감시장비
- 라. 비상용 계측기

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

### 12.5.2.5 장비 제염 설비

방사선관리구역 중 필요한 지역에는 제염구역을 마련해 둔다. 원자로건물 내에는 세척패드와 영구분무노즐이 원자로용기상부헤드 내부의 오염제거를 위하여 원자로용기상부헤드 안착지역에 설치되며, 그 외에 재장전후 재장전수조 라이너를 제염하기 위하여 호스와 배수연결 설비가 설치된다.

핵연료취급지역에는 사용후연료 캐스크의 제염을 위하여 캐스크 제염조에 영구 분무노즐이 설치된다. 복합건물에는 폐기물이 들어 있는 드럼의 겉 표면을 국부적으로 제염하기 위하여 고체방사성폐기물 구역 내에 제염대가 설치된다. 오염장비공작실에는 공구와 장비의 오염제거를 위하여 제염설비가 설치된다. 제염설비들은 분무실, 초음파 세척조 그리고 화학세척조 등을 갖추도록 한다.

일반적으로, 공정계통의 기기들은 정비 또는 해체하기 전에 그 위치에서 제염된다. 상당량의 방사성액체를 함유하고 있는 펌프, 열교환기 그리고 여과기와 같은 각 공정기기들은 세척과 배수연결설비를 갖추도록 한다. 이들 기기들은 정비하기 전에 그 자리에서 세척한다. 만일 필요하다면, 세척과 배수연결부를 가진 기기에 대해 제염용액을 기기전체에 순환시키기 위해서 휴대용 펌프와 제염용 약품드럼을 사용할 수도 있다. 만일 기기들의 제염이 더 필요하다면 부품을 폴리에틸렌 주머니에 싸서 제염 설비로 이송한다. 대형기기는 기기의 배열과 위치가 다양하기 때문에 상황에 따라 제염된다. 필요한 경우, 현장제염이 요구될 때는 임시커튼을 기기 주위에 설치할 수도 있다.

방사선구역 내에 있는 기기들은 제염의 편의를 위하여 제염도포제로 도포한다. 필요하다면, 제염의 최대효과를 위하여 도포제를 완전히 제거하는데 용제 혹은 샌드블래스팅이 사용된다.

### 12.5.3 절차

#### 12.5.3.1 방사선 및 오염 측정

##### 12.5.3.1.1 기본 원칙

방사선과 오염의 측정절차는 최초 핵연료장전 이전에 수립된다. 이러한 절차는 일상적인 방사선 측정과 비일상적인 특별 측정을 위한 상태, 요건 및 구역을 규정한다. 측정 목적은 발전소 여러 지역의 방사선 및 오염 준위를 조사하여 자료를 모으는 것이다. 얻어진 정보는 종사자들이 작업을 수행하는데 참고 지침으로 사용된다.

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

### 12.5.3.1.2 책임

방사선안전관리원은 정기적으로 측정을 수행하고, 그 결과를 기록, 유지한다. 방사선방호차장은 측정 결과를 검토하여 적절한 조치를 취한다. 방사선안전부서장은 방사선관리에 관한 책임을 진다.

### 12.5.3.1.3 측정의 종류

#### 가. 방사선준위

정기적으로 일반적인 방사선준위 측정은 지역의 종류, 사용 그리고 잠재적인 위험에 따라 필요하다면 수시로, 또는 방사선 조건이 불확실하거나 변할 때는 그때마다, 청정 구역과 방사선관리구역에서 수행된다. 특별 방사선 측정은 필요에 따라 수행된다. 작업 구역에서의 어떤 방사선 조건은 정비 작업 수행 동안 연속 측정이 요구된다.

#### 나. 오염

유리성 표면 오염의 평가를 위한 오염 측정(스미어 측정)은 그 지역의 종류, 사용 및 잠재적인 위험에 따라 청정 지역과 방사선관리구역에 대해 정기적으로 수행하며, 오염 준위가 불확실할 때는 그때마다 수행한다. 특별 오염 측정(스미어 측정)은 작업을 하기 위한 안전한 작업 조건 여부를 평가하기 위해 작업 감독자의 요청이 있을 경우에 실시한다.

#### 다. 공기

어느 지역에 있는 공기 중 방사능농도의 평가를 위한 공기 중 방사능농도 측정은 그 지역의 종류, 사용 그리고 잠재적인 위험에 따라 청정 지역과 방사선관리구역에서 정기적으로 하게 되고, 공기 중 오염이 불확실할 때는 그때마다 하게 된다. 계획되지 않은 공기시료 채취는 안전한 작업조건인지를 평가하기 위해 필요한 경우에 실시한다.

#### 라. 물

정기적인 물 시료 채취는 발전소 운전상태나 개인 장해 가능성을 평가하고 현재의 방사능농도를 분석하기 위해 수행한다.

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

### 12.5.3.2 방사선량의 ALARA 유지를 위한 절차 및 방법

방사선구역 또는 잠재적 방사선구역에의 출입관리절차서는 방사선안전팀 직원에 의해 개발되고, 모든 종사자는 출입관리절차서를 잘 숙지하도록 한다. 종사자 개인의 방사선 피폭선량이 ALARA로 유지되도록 보증하기 위해 세밀하게 조사하고 기록되어야 한다. 발전소 방사선안전관리원은 ALARA 계획을 수행한다.

### 12.5.3.3 출입 및 체류시간의 통제

#### 12.5.3.3.1 기본원칙

방사선관리구역 출입절차를 철저히 숙지하지 못한 사람은 방사선안전관리원에 의해 안내를 받거나, 충분한 방사선 방호를 확보할 수 있도록 적절한 방호지침에 대한 교육을 받는다. 방사선관리구역 내에서 작업이 완료되는 즉시 작업종사자는 방사선관리구역을 떠나야 한다. 방사선관리구역 내 어떤 지역은 “인가자만 출입”이라는 표지가 붙어 있으며, 이러한 지역들은 방사선작업허가서 상에 적합한 출입 허가를 받은 사람만이 들어갈 수 있다. 방사선작업허가서의 목적은 이러한 지역에 대한 출입을 통제하고, 방사선작업종사자가 안전하게 작업을 수행할 수 있도록 방사선 및 오염 준위, 필요한 관리구역 작업용품 및 기타 요구 사항을 알려줌으로써 피폭과 오염 문제를 제한한다.

#### 12.5.3.3.2 방사선관리구역에 들어갈 때

방사선관리구역에 들어가기 위한 절차는 다음과 같다.

- 가. 방사선작업허가서에 명시된 대로 열형광선량계, 보조선량계, 관리구역 작업복, 기타 필요한 방호장구를 착용한다.
- 나. 외부 상처가 있는 사람은 방사선안전관리원의 판단에 따라 방사선관리구역의 출입을 통제한다.
- 다. 방사선방호 교육을 받지 않은 사람은 방사선안전부서장의 승인을 받아 방사선 작업종사자가 안내를 하여 출입 할 수 있다.
- 라. 정상적으로 방사선관리구역 내로 들어가는 것은 출입통제소를 통하여 들어가며, 다른 통로를 통하여 방사선관리구역 내로 들어갈 때는 방사선안전부서장 또는 그의 지명인에 의해 승인을 얻어야 하고, 그 내용이 기록되어야 한다.

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

### 12.5.3.3.3 방사선관리구역에서 나올 때

방사선관리구역을 떠날 때는 다음과 같은 절차를 따라야 한다.

- 가. 방사선관리구역을 나가는 것은 출입통제소를 통해서만 할 수 있다. 다른 통로를 통해 방사선관리구역을 나갈 때는 방사선안전부서장 혹은 그의 지명인에 의해 승인을 받아야 한다.
- 나. 모든 관리구역 작업용품은 지역분리대(오염과 비오염 지역의 경계선) 안쪽에서 벗어난다.
- 다. 감시 지역을 떠나기 전 종사자는 스스로 오염 검사를 한다.
- 라. 오염된 모든 종사자는 방사선안전관리원에게 보고해야 하며, 방사선관리구역을 떠나기 전에 제염을 실시한다.
- 마. 비상시 방사선관리구역으로부터 나가는 것은 발전소 비상계획에 따라 한다.

### 12.5.3.4 오염 관리

#### 12.5.3.4.1 설비에 대한 오염 관리

지역과 지역 사이의 종사자 통행에 의한 일반적인 지역의 오염은 지역분리대 패드를 사용하여 관리한다. 고준위 오염과 관련된 작업을 할 경우는 이중 지역분리대 패드를 사용한다.

지역 간에 오염 공기구 및 장비를 이동하기 위해서는 플라스틱 봉지 또는 흡수지를 사용한다. 발전소 모든 직원들에 대한 최종 오염 검사는 전신 오염 감시기가 위치해 있는 출입통제소에서 한다.

#### 12.5.3.4.2 개인의 오염 관리

##### 12.5.3.4.2.1 방사선관리구역 작업복

오염구역을 들어갈 때 여러 종류의 방사선관리구역 작업복을 사용하여 개인의 오염 관리를 한다.

- 가. 오염구역에 들어갈 때 대부분 경우에는 방사선관리구역 작업복을 착용한다. 다만 방사선관리구역 내에 위치하는 사무실, 실험실 등 종사자가 근무하는 장



## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

소 안에서만 활동하는 경우 관리구역가운을 착용하고 출입할 수 있다.

- 나. 건식 오염구역에서는 면장갑을 착용하고, 습식 오염구역에서는 고무 혹은 플라스틱 장갑을 착용한다.
- 다. 저준위 오염 지역에서는 작업모를 착용하고, 고준위 오염구역에서는 후드를 착용한다.
- 라. 표면오염구역에 들어갈 때는 신발 덮개를 착용하고, 특히 습식 오염 구역인 경우에는 플라스틱 혹은 비닐 제품의 신발 덮개를 착용한다.
- 마. 방사성액체에 의한 오염 우려가 있는 구역에서는 관리구역 작업복 위에 비닐 작업복과 같이 액체에 의한 오염으로부터 방호할 수 있는 작업용품을 착용한다.
- 바. 이중 지역분리대가 설치된 표면오염구역에 들어갈 때는 이중으로 신발덮개를 착용하여야 하며, 필요에 따라 이중의 작업복(또는 비닐복 등)을 착용하도록 한다.

### 12.5.3.5 공기 중 방사능 관리

방사선안전관리원은 공기오염 지역을 들어가기 전에 방사선작업허가서에 명시한 적절한 호흡방호장구를 착용한다. 지역의 방사선 측정 및 공기오염 농도와 종류에 따라 필요한 방호 장비를 결정하는 것은 방사선안전관리원의 책임이다. 방사선구역에서 작업을 할 때, 즉 공기 오염이 존재할 가능성이 있을 때는 작업종사자와 작업 감독자는 방사선안전관리원에게 알릴 책임이 있다. 공기 오염은 적절한 환기와 장비 및 작업 지역의 제염을 통해 최소로 유지된다.

호흡 방호장구는 공기 중 방사능이 존재하는 지역에서 내부 피폭을 방지하기 위한 것이다. 이러한 경우에, 방사선안전관리원은 공기 중 시료를 채취하고, 착용해야 할 호흡 방호장구를 추천한다. 호흡 방호장구로는 미립자 필터와 탄소 필터(또는 둘 중의 하나)가 구비된 반면 또는 전면 마스크, 그리고 공기 공급형 마스크 등이 있다.

### 12.5.3.6 개인 방사선 감시

#### 12.5.3.6.1 기본 원칙

방사선방호계획 중 이 분야는 적절한 개인 선량계의 착용, 피폭선량의 정확한 기록, 판독치의 적절한 평가 그리고 필요에 따라 의학적, 생체학적 검사와 전신 계측을 취급한다.

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

이 절차의 목적에 적합한 개인 선량계에는 열형광선량계와 직독식 개인 선량계 등이 있다. 모든 방사선작업종사자들은 열형광선량계를 발급받게 되고, 방사선관리구역 내에 체류하는 동안 이러한 선량계 등을 착용해야 한다.

### 12.5.3.6.2 발전소 종사자 방사선량

#### 12.5.3.6.2.1 외부피폭선량 평가

방사선관리구역에 출입하는 모든 종사자는 열형광선량계를 발급 받아야 한다. 각각의 선량계는 고유번호를 갖고 있으며, 각 개인마다 지급해야 한다. 선량계는 방사선관리구역 내에 체류하는 동안에 항상 착용해야 하며, 착용 후에는 지정된 장소에 보관해야 한다. 개인 선량계는 월 단위로 관리하지만 종사자가 비상사고로 인해 피폭된 경우나 또는 개인의 피폭이 의심스러울 때는 그때그때 요건에 따라 처리한다. 이러한 경우에 해당되는 종사자는 열형광선량계가 판독될 때까지 추가 피폭은 제한된다. 피부와 외부피폭선량은 개인 열형광선량계에 의해 측정된다.

방사선관리구역에 들어가는 모든 종사자는 직독식 개인 선량계를 발급받아야 한다. 이 직독식 개인 선량계는 작업 후 즉시 판독값이 기록 유지되어야 한다.

모든 방사선작업 종사자는 방사선관리구역에 최초로 출입하기 전에 원자력안전법에 의한 건강진단과 내부피폭 여부에 대한 전신계측 검사가 완료되어야 한다.

#### 12.5.3.6.2.2 내부피폭선량 평가

방사선관리구역에서 일하는 종사자의 체내 방사성물질 침적은 전신계측 또는 뇨분석에 의해 평가된다. 뇨분석은 방사선안전부서장이 필요하다고 인정할 때 실시한다.

모든 방사선작업종사자가 적어도 일 년에 한 번은 전신계측을 받도록 하고 주목할 만한 내부피폭선량이 있을 거라고 생각될 때마다 방사선안전관리원은 특별 전신계측을 요청한다.

### 12.5.3.7 방사성물질의 안전관리 계획

방사성물질의 저장, 취급, 수송 및 처분은 발전소 절차에 기술되어 있으며, 동 절차는 종사자가 불필요하게 방사선에 노출되지 않도록 원자력 관계법령의 규정과 일치함을 보증한다.

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

### 12.5.3.7.1 방사성물질의 반입

종사자는 방사성물질을 구매할 때마다, 방사선안전관리원에게 구매한 물질의 종류, 방사능량, 물리적 및 화학적 형태를 알린다. 발전소 외부의 방사성물질을 내장한 화물의 포장과 표지는 원자력관계법령의 규정과 일치하여야 한다. 발전소 내에서 포장된 방사성물질을 옮기기 전 방사선안전관리원은 외부 방사선량을 측정한 후, 그 포장은 적절한 장소에 두고 올바르게 표지를 부착한다. 만일 화물의 파손, 누출 혹은 수송용기의 결함이 있을 경우에는 방사선안전부서장은 원자력 관계법령에 따라 관계 기관에 보고할 책임이 있다.

### 12.5.3.7.2 방사성물질의 저장

모든 방사성물질은 방사선안전관리원이 지정하는 장소에 저장한다. 방사성물질 저장 지역에 반출입되는 모든 방사성물질을 기록하고, 모든 종사자가 이 지역을 분명히 알 수 있도록 표지를 해야 한다. 방사선원의 저장시설은 방사성 동위원소 사용에 관한 원자력관계법령에 일치해야 한다.

### 12.5.3.7.3 방사성물질의 소내 수송

방사성물질의 소내 수송은 누출 방사선량이 관련 규정을 초과하지 않도록 엄격히 관리한다. 작업 지역의 종사자에게 운반사실을 알리지 않았다면, 종사자에게 불필요한 피폭을 초래할 수 있는 방사성물질들은 이동시키지 않아야 한다. 소내 운반용 방사성물질 이송용기는 누출 또는 파손이 쉽게 일어나지 않도록 제작 및 차폐되어야 한다. 차폐는 그 지역에 있는 종사자와 방사성 물질 수송에 종사하는 종사자를 보호할 만큼 충분해야 한다.

종사자가 방사선에 노출될 가능성이 있을 때마다, 모든 방사성물질은 운반 전에 기록되고 용기에 올바르게 표기가 되어야 한다.

### 12.5.3.7.4 핵연료의 취급, 저장 및 선적

모든 신연료 및 사용후연료의 인수, 재고 조사(위치 선정 포함), 폐기 및 운반은 원자력관계법령을 따른다.

방사선안전관리원은 포장을 풀고 저장하는 작업 전이나 작업중에 방사선 및 오염 측정을 할 책임이 있다. 수송용기의 방사선 및 오염 측정은 소외로 수송하기 전에 수행한다.

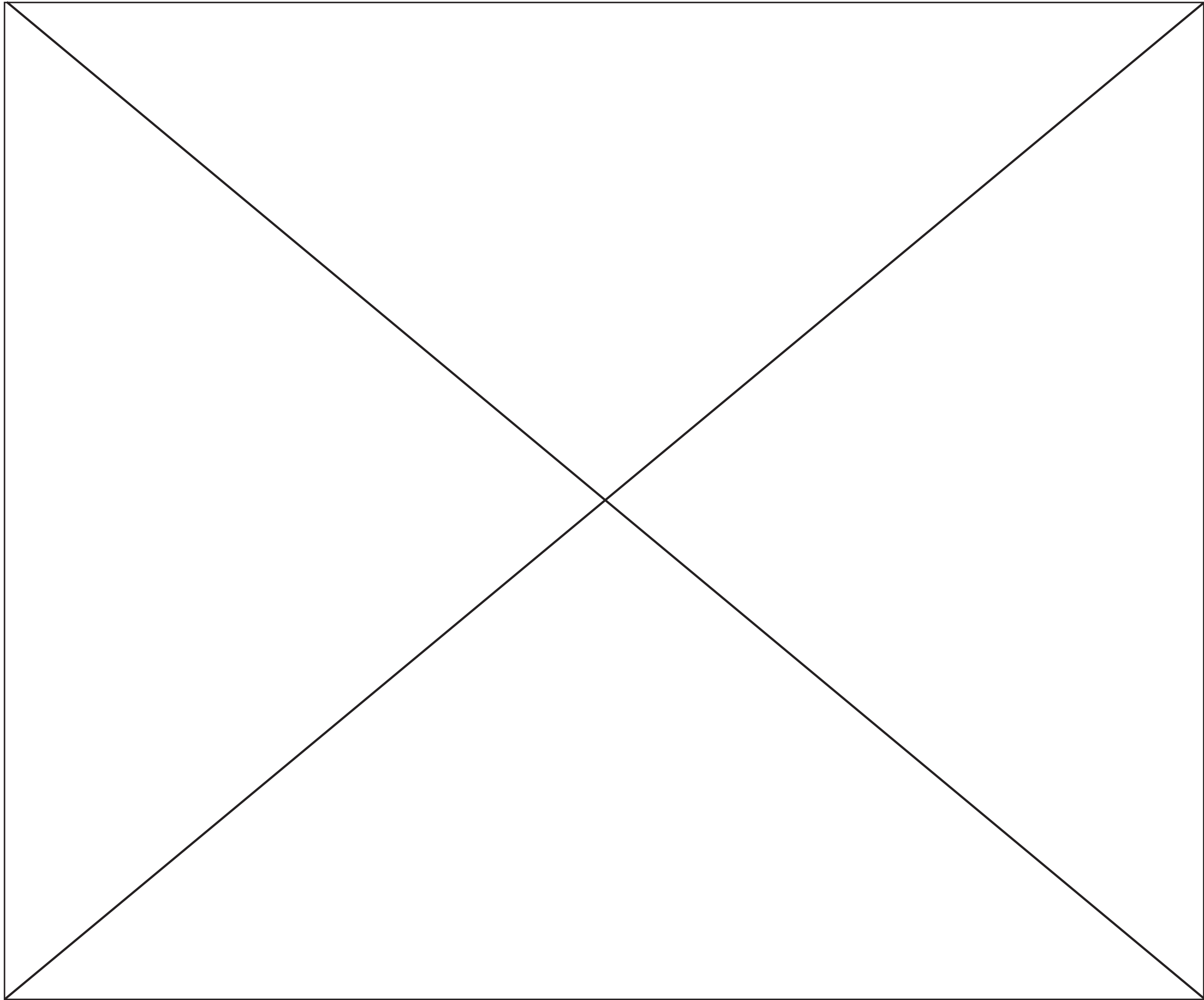
### 12.5.3.8 방사선 방호교육 훈련

방사선 방호교육 훈련의 목적은 모든 종사자가 방사선에 노출될 수 있는 직무를 안전하게 수행할 수 있도록 하는데 있다. 교육 훈련 프로그램은 여러 직위에 있는 사람에게 필

## 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

요한 정도로, 필수적인 방사선방호 내용을 다룰 수 있도록 작성되어야 한다. 각 프로그램은 기본 내용을 다루고 있으나, 종사자가 직무를 안전하게 수행하는데 필요한 지식 수준에 따라 추가적인 내용을 포함한다.

방사선안전부서장은 발전소 종사자 및 발전소에 배속된 기타 작업종사자의 방사선방호 교육을 책임진다. 방사성물질과 관련된 작업을 하는 작업종사자 및 신고리 5,6호기에 배속된 기타 작업종사자가 충분한 교육을 받았음을 보증하는 것은 방사선안전부서장의 책임이다. 교육 훈련을 받은 모든 종사자의 교육 훈련 결과는 기록으로 보존되어야 한다.



	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
관리구역으로의 출입을 위한 접근통제지점	
그림 12.5-1	