

신고리 5,6호기

예비안전성분석보고서(공개본)

14장



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

제 14 장 - 초기시험계획

목 차

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>	<u>페이지</u>
14	초기시험계획	14.1-1
14.1	예비안전성분석보고서에 포함되어야 할 특정 정보	14.1-1
14.1.1	시험 계획의 범위	14.1-1
14.1.1.1	가동전시험(1단계)	14.1-3
14.1.1.2	연료장전전 고온기능시험(2단계)	14.1-4
14.1.1.3	초기연료장전	14.1-4
14.1.1.4	연료장전 후 고온기능시험(3단계)	14.1-6
14.1.1.5	저출력 원자로특성시험(4단계)	14.1-8
14.1.1.6	출력상승시험(5단계)	14.1-8
14.1.2	조직, 인원배치 및 행정관리	14.1-9
14.1.3	특수, 유일 또는 동종 최초인 발전소 설계특성	14.1-9
14.1.4	시험 계획의 규제지침서 준수성	14.1-9
14.1.4.1	일반적 입장 - 규제지침서	14.1-9
14.1.4.2	특수 입장 - 규제지침서	14.1-10
14.1.5	타 원전에서의 발전소운전 및 시험경험의 반영	14.1-11
14.1.6	초기 시험 일정	14.1-11
14.1.7	발전소 운전절차서 및 비상운전절차서의 시험적 사용	14.1-11
14.1.8	시험계획 동안의 한수원 요원의 증원	14.1-12

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

제 14 장 - 초기시험계획

표 목 차

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>	<u>페이지</u>
표 14.1-1	가동전시험 및 연료장전전 고온기능시험 목록	14.1-13
표 14.1-2	시운전시험 목록	14.1-32

제 14 장 - 초기시험계획

그림 목차

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>
그림 14.1-1	초기시험 프로그램
그림 14.1-2	시운전 조직표

| 1

14 초기시험계획

14.1 예비안전성분석보고서에 포함되어야 할 특정 정보

14.1.1 시험 계획의 범위

계통과 기기의 제작 및 건설이 완료되면 각 계통과 기기에 대한 관찰통제권은 공식적으로 수립된 인수절차에 따라 한수원의 시운전 부서로 이관된다. 그리고 궁극적으로 발전소를 완전하게 구성하고 있는 모든 계통과 기기가 인도된다.

초기시험계획에는 가동전시험에서 시작해서 출력상승시험으로 끝나는 종합적인 발전소 계통과 기기들의 운전성 및 기능성을 입증하기 위한 시험이 망라되어 있다. 이와 같은 시험이 끝나면 발전소 전체는 설계된 정상 전출력으로의 운전할 준비가 완료된다.

초기시험계획은 다음과 같이 순차적인 5단계로 시험을 수행하게 되어 있다.

1단계	- 가동전시험
2단계	- 연료장전전 고온기능시험
발전소 주요 일정	- 초기연료장전
3단계	- 연료장전후 고온기능시험
발전소 주요 일정	- 초기임계
4단계	- 저출력 원자로특성시험
5단계	- 출력상승시험
발전소 주요 일정	- 전출력운전

표 14.1-1과 14.1-2에는 몇 가지 선택된 시운전 및 시험계획이 간략하게 기술되어 있다.

이 장에서 특별히 언급된 부분을 제외하고는 모든 안전성관련 계통은 초기연료장전 이전에 규제지침서 1.68에 따라 반드시 시험을 실시하여야 한다. 모든 비안전성관련 계통들에 대해서도 신뢰성 있게 운전된다는 것을 확신시킬 수 있도록 시험이 실시된다. 가동전 시험을 수행하기 전에 이 시험을 위한 기기 및 계통을 준비하기 위하여 사전에 필수적인 기기시험을 수행한다. 위와 같은 사전준비 시험에는 다음 사항이 포함된다.

가. 적절한 장치와 기기 설치에 대한 검사

나. 설치된 공정계통과 기기에 대한 청소, 세정 및 청결상태 확인

다. 배선, 배관 및 기타 기기/계통에 대한 건전성 점검

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

라. 초기 기기 점검 및 교정

초기연료장전 전에 모든 안전성관련 계통에 대한 모든 가동전시험을 완료하는 것이 사업자의 의도이나, 연료배치가 필요한 시험은 최종안전성분석보고서에서 기술될 것이며 초기 연료장전 전에 끝내도록 요구되지 않는다.

초기시험계획의 3, 4, 5단계는 연료장전과 더불어 시작되어 출력상승시험과 함께 종료되는 시험으로 구성되며 출력시험으로 표현되는 정상시험은 이와 같은 시험기간 동안 수행하게 된다. 이들 시험은 발전소의 설계기준을 확인해 주고, 또 발전소가 실제 설계대로 운전되며 예상되는 과도현상에 대응하고 있음을 입증하게 된다. 발전소의 안전성이 시험되지 않은 구조물, 계통 또는 기기에 절대 의존하지 않도록 출력시험의 순서가 결정된다.

초기연료장전은 초기 연료집합체를 노심에 장전하면서 시작된다. 초기 시운전시험계획의 목적은 다음과 같다.

가. 통제되고, 질서 정연하며 안전한 초기연료장전 수행

나. 통제되고, 질서 정연하며 안전한 초기임계 수행

다. 설계변수들이 만족되며, 안전해석에 사용된 가정들이 타당하며 보수적이라는 사실을 확인시키기에 충분한 저출력 원자로특성시험 실시

라. 발전소 정상출력 상태에서 시험이 종료되도록 되어 있는 통제되고 질서 정연하며 안전한 출력상승시험 수행

이 절을 작성하는 데는 다음의 규제지침서가 활용된다.

가. 규제지침서 1.68, “경수형 원자력발전소의 초기시험계획”

나. 규제지침서 1.70, “원자력발전소 안전성분석보고서 표준양식 및 내용에 관한 지침”

다. 규제지침서 1.79, “가압경수로 비상노심냉각계통의 가동 전시험”

1.8절에 기술된 것처럼 규제지침서 1.68 및 1.79에 대한 몇 가지 예외가 있다.

규제지침서 1.68에 가동전시험으로 기술된 시험 항목 중 일부는 시험조건 때문에 시운전 시험기간 동안에 수행된다. 한 예가 제어봉의 낙하성능시험이다. 이 시험은 비록 규제지침서의 가동전시험이 기술된 절에 나타나 있지만, 노심에 연료가 장전되고 원자로용기

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

상부헤드 조립 후에 수행될 수 있다. 모든 시험은 검토를 편리하게 하기 위하여 규제지침서의 수행 순서대로 되어있다. 주석에는 어떤 시험이 지정된 시험단계가 아닌 기간에 수행될 때의 차이점이 기술된다.

14.1.1.1 가동전시험(1단계)

이 시험은 종합적으로 연료장전 전에 장치 및 계통이 설계기준에 적합한 기능을 발휘하는지를 확인하게 해준다. 기기나 부품이 개별적으로 설치가 완료되면 미리 확정되고 승인된 서면의 시험기술, 시험절차서 및 시험점검표에 따라 이들을 시험하고 평가하게 된다.

시험 결과에 대한 분석은 계통이나 기기가 만족스럽게 기능을 발휘하는지를 입증하고 그렇지 못할 경우 올바른 조치를 권고하기 위한 근거를 제공하기 위하여 수행한다.

이와 같은 시험계획에는 초기연료장전, 초기임계 및 이어지는 출력운전이 안전하게 수행될 수 있음을 보증하기 위하여 필요한 시험, 조정, 교정 및 계통 운전이 포함된다.

가능한 한, 이들 시험은 항상 이어지는 실제 발전소 운전에서 경험하게 될 조건과 동일한 조건에서 수행된다. 발전소의 운전변수가 이용불가능하고 현재 발전소의 상태 때문에 모사될 수 없는 계통시험기간 동안 계통은 이들 운전변수 없이 가능한 한 운전적인 측면에서 시험이 실시된다. 그 밖의 시험은 운전변수의 이용이 가능한 발전소 운전조건 하에서 수행된다. 발전소 비정상조건은 필요시, 시험기간중 종사자 또는 시설에 해를 끼치지 않고 깨끗이 청소된 계통을 오염시킬 위험이 없을 때 모사된다.

일반적으로 가동전시험은 연료장전 전에 끝나치게 된다. 각각의 계통시험이 완료되면 가동전시험은 실제 운전조건하에서 계통의 성능을 가능한 한 면밀하게 입증하기 위하여 수행된다. 계통의 모든 운전범위를 입증하고, 이러한 운전조건 하에서 계통이나 계기를 교정하고 정렬하기 위하여, 필요한 경우 모의 신호 또는 입력이 사용된다. 정상운전중 사용될 계통들은 나중에 실제 운전조건 하에서 확인되고 교정된다. 정상운전중 사용되지 않으나 안전기능을 수행하기 위하여 준비하고 있어야 될 계통은 발전소기동 전에 모든 모드와 시험조건에서 점검된다. 여기에는 원자로보호계통 및 공학적안전설비계통의 논리, 운전점검 그리고 설정치 확인 등을 예로 들 수 있다.

표 14.1-1에는 몇 개의 계통 및 기기에 대해 선정된 가동전시험 내용이 기술되어 있다. 보조설비계통에 대한 가동전시험의 요약은 규제지침서 1.70에 따라 최종안전성분석보고서에서 제공될 것이다. 일반적으로 모든 가동전시험은 연료장전 이전에 완료될 것으로 기대된다. 그러나 경우에 따라서 어떤 시험들은 연료장전 이후까지 연기할 필요가 있다. 이와 같은 예외에는 제어봉제어계통과 제어봉위치지시계통에 대한 시험이 포함된다.

가동전시험을 통하여 실제로 성능요구조건과 안전설계기준을 만족하는 안전성관련 구

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

조물, 계통 및 기기의 성능을 보여주게 된다. 가동전시험이 완료되면 초기시험계획의 1단계가 끝나게 된다.

실제로 가동전 시험계획의 목적은 다음과 같다.

- 가. 발전소 설계의 적합성을 입증
- 나. 발전소 건설이 설계대로 되었는지 입증
- 다. 계통 및 기기의 운전성 및 기능성을 증명
- 라. 발전소의 운전절차서 및 비상운전절차서의 적합성을 확인
- 마. 발전소 운전, 기술 및 정비 분야 종사자들이 발전소 운전에 대해 친숙해지도록 훈련
- 바. 계통 및 기기에 대한 기초 성능자료 확보

14.1.1.2 연료장전전 고온기능시험(2단계)

가동전시험이 완료되면 정상적인 발전소 운전에 필요한 계통 및 기기들, 특히 초기연료장전을 위하여 필요한 계통 및 기기들이 기능을 안전하게 수행하는 것을 확인하기 위하여 원자로냉각재계통을 가열하여 연료장전전 고온기능시험을 수행하게 된다.

이 단계 동안 발전소를 고온정지 및 고온영출력 상태로 만들기 위해 실제로 발전소 정상운전절차서가 사용된다. 이와 같은 시험은 발전소의 계통 및 기기가 기대했던 대로 동작하는 것을 보이기 위하여 미리 정해진 단계별로 수행될 것이다. 온도상승시험(elevated temperature testing)이 완료된 후에도 발전소를 상온정지 상태로 만들기 위해 실제로 발전소 정상운전절차서가 사용된다.

이와 같은 시험 단계는 발전소에 대한 기초 성능자료를 제공하며 운전원들을 발전소 운전절차서에 익숙하게 한다.

14.1.1.3 초기연료장전

사전에 계획된 모든 계통 시험과 운전이 만족스럽게 끝나면 연료장전이 시작된다. 연료장전이 끝난 뒤에 원자로내부상부구조물과 원자로용기상부헤드가 설치되고 가동전시험에서 기술했던 것처럼 추가적인 기계 및 전기 시험이 수행된다. 이 단계 업무수행 목적은 출력운전을 위하여 계통을 준비하고 운전을 위하여 필요한 모든 설계요구 사항이 만족됨

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

을 확인하는 것이다.

연료를 장전하는 동안 원자로건물의 건전성이 확보되고 유지되어야 한다.

연료취급장비 및 장치를 점검하고, 장비를 사용하고 운전하는 훈련으로 건식 조작이 수행된다.

원자로용기 및 관련 기기들은 연료를 장전할 수 있는 채비를 갖추게 된다. 수위는 고온관의 상부 위쪽에 유지하고, 균일한 붕소농도를 유지하기 위해 재순환을 실시한다. 붕소농도는 재순환계통을 통하거나 열려진 용기 안으로 직접 주입함으로써 증가시킬 수 있다.

발전소 경영진은 초기연료장전에 대한 전반적인 책임과 감독을 수행하며, 일반적으로, 원자로건물의 재장전작업층에서 초기연료장전의 전반적인 과정을 감독한다. 인력관리와 원자로건물 보안 유지에 대한 표준절차서는 연료장전 전에 수립되어야 한다.

장전노심배치는 발전소 시운전 전에 수행되는 노심설계 작업의 한 부분으로, 시운전시 변경되지 않음이 명시된다. 연료장전중 현장에 예비품이 없는 기계적 손상을 계속 받는 연료집합체 손상 사건이 일어난 경우, 처음에 설계된 배치안과 유사한 다른 노심장전 배치안이 결정될 것이며 실행 전에 원자력안전위원회의 승인을 받는다.

원자로용기 내에 설치된 노심에는, 계산된 유효증배계수가 0.95 이하를 유지하기 위해 충분한 양의 붕산용액이 함유된 원자로냉각재가 채워져 있다. 초기연료장전중에 재장전수조는 건조하게 유지된다. 냉각재의 화학적 조건들(특히, 붕소농도)은 연료장전절차서에 규정되어 있으며, 연료장전운전 전과 도중에 냉각재 시료를 채취해 화학분석을 하여 주기적으로 확인한다.

연료장전을 위한 계측설비는 원자로용기에 설치된 1개의 임시채널과, 임시채널이 운전불가능해질 경우에 대비하여 1개의 영구설치 노외중성자속채널을 포함하는 최소 2개의 선원영역 채널로 구성된다.

임시채널과 영구채널 모두 중성자선원으로 반응을 점검한다. 임시채널의 중성자계수율은 현장에 설치된 계수율지시계에서 지시되며 연료장전작업 감독자가 이를 감시한다. 영구채널은 주제어실에 설치된 계기와 스트립차트기록계에 중성자계수율을 지시하며 먼허를 소지한 운전원에 의해 감시된다.

또한, 최소 1개의 임시채널과 1개의 영구채널이 원자로건물 내부(임시)와 주제어실(영구 또는 임시)에 설치된 가청계수율지시계에 연결된다.

최소 2개의 중성자선원이 노심을 적절히 감시하는데 충분한 중성자수가 확보되도록 연료

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

장전계획에서 지정된 노심의 특정 위치에 삽입된다.

노심의 기계적 손상 확률을 최소화하고 신뢰성 있는 노심 감시를 위해 미리 수립되고 승인된 순서에 의해 한 번에 하나씩 연료집합체들은 삽입될 구성품들과 함께 원자로용기 내에 놓인다. 연료장전절차서에는 각 연료집합체의 저장선반의 처음 위치에서 노심 내의 최종 위치로의 이동과 연료집합체의 특정한 위치로의 삽입을 규정하고 확인하는 구체적인 점검표가 포함된다. 다중점검에는 일어날 가능성이 있는 각 구성품들의 부주의한 교환이나 대치를 막기 위한 구성품의 일련번호 확인이 포함되어 있으며, 연료집합체의 상황판이 연료장전중에 유지된다.

각 연료를 장전할 때마다, 방금 장전된 연료집합체가 중성자계수율을 과도하게 증가시키지 않으며 외삽한 역계수율비가 설명할 수 없는 이유로 감소하지 않음을 판단하기 위해 구체적인 중성자 계수율이 감시된다. 각 장전 단계의 결과를 그 다음에 규정된 단계가 시작하기 전에 평가한다. 최종 노심장전배치에 요구되는 장전조건은 미임계($k_{\text{eff}} \leq 0.95$)이다.

만약 다음과 같은 상황이 발생할 경우, 안전한 장전에 대한 기준에 따라 즉시 장전운전을 중지해야 한다.

- 가. 어느 장전단계에서, 모든 동작중인 핵계측채널들의 중성자계수율이 예기치 않게 2배로 증가한 경우
- 나. 어느 장전단계에서, 어느 하나의 동작중인 핵계측채널의 중성자계수율이 예기치 않게 5배로 증가한 경우

연료장전절차서에는 원자로냉각재의 부주의한 회석을 방지하기 위한 유체계통들의 조건과, 기계적손상을 배제하기 위한 연료의 이동절차 및 주의사항, 장전을 진행할 수 있는 조건 등을 명시한다.

14.1.1.4 연료장전 후 고온기능시험(3단계)

초기연료장전 후, 초기임계에 도달하기 전에 발전소 정상운전 기능에 필수적인 계통과 기기들이 기대한 대로 작동함을 입증하기 위해, 그리고 노심에 관련된 계통 및 기기들의 성능자료를 얻기 위해 연료장전 후 고온기능시험을 수행한다.

발전소 운전모드를 상온정지에서 고온정지로 변경하기 위해 발전소의 정상운전절차서를 사용한다.

연료장전이 완료되면, 일체형원자로상부구조물이 설치되고 초기임계 전에 추가적인 기계

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

적 시험과 전기적 시험이 수행된다. 상부헤드 설치의 건전성을 점검하기 위해 충수와 배기가 완료된 뒤에 최종 압력시험을 수행한다.

제어봉구동장치에 대한 기계적 시험과 전기적 시험이 수행되며, 이 시험들은 구동장치의 철저한 운전 성능검사와 각 제어봉집합체 위치지시기의 교정을 포함한다.

수동정지운전을 시험하기 위한 원자로 정지회로들에 대한 시험이 수행된다. 각 제어봉집합체에 대한 낙하시간측정이 수행된다. 여러 가지 발전소 정지신호에 해당하는 모의신호를 보내 원자로제어계통 및 보호계통을 점검한다.

제어봉구동장치가 시험되는 기간 동안 감속재 내의 붕소농도는 16장 기술지침서에 규정된 정지여유도를 만족하도록 유지시킨다. 각각의 제어봉집합체나 제어봉집합체 뱅크가 움직일 때, 노심 반응도의 예상치 않은 변화 유무가 선원영역감시기를 통해 감시된다.

마지막 임계 전 시험이 끝난 후에, 원자로의 출력운전이 시작된다. 이 최종 단계의 시험에는 초기임계 및 저출력시험, 그리고 출력상승시험이 포함된다. 이러한 시험들의 목적은 발전소와 노심의 운전특성을 파악하고, 설정치들의 적절한 교정에 필요한 자료를 취득하며, 발전소가 허가조건 내에서 운전이 됨을 확인하기 위함이다. 시험에 대한 요약이 다음의 소절에 기술되어 있다. 모든 임계 전 시험들은 초기임계 이전에 완료되어야 하며 그 결과는 평가되어야 한다. 시험수행에 필요한 초기조건들은 각 시험절차서들에 명시되어 있다. 시험의 순서는 시운전시험 순서에 약속되어 있으며, 필요한 선결시험이 완료된 후 다음 시험을 수행하도록 기술된다. 시험을 위해 특별한 시험장비가 필요한 경우 시험절차서에 그 장비의 설치, 교정 및 점검에 관한 사항을 기술한다. 이러한 시험장비들이 향후 운전을 위해 필요하지 않은 경우에는 계통에서 제거되며, 제거했음을 확인한다.

초기임계는 정지그룹 및 조절그룹 제어봉집합체의 인출과 원자로냉각수 붕소농도 감소의 조합으로 달성된다.

발전소 선원영역감시기로부터 정상적으로 나오는 자료를 이용한 역계수율 감시는 임계에 도달하는 비율과 접근 정도를 나타내는 지표로 이용된다. 역계수율 자료는 제어봉집합체가 움직일 때 제어봉집합체 뱅크 위치와 원자로냉각수의 붕소농도 감소시 보충수 추가량의 함수로 표시된다.

처음에 제어봉집합체의 정지그룹과 조절그룹을 정상 인출순서에 따라 점진적으로 인출하고, 임계가 달성된 후에 가장 최근에 인출된 제어그룹이 효과적인 제어를 하기 충분할 만큼 노심 내에 삽입되어 있도록 한다.

그리고 나서, 원자로냉각재계통의 붕소농도는 보충수를 추가함으로써 낮아진다. 임계는 붕산희석중에 달성되거나, 또는 붕산희석 후 제어봉집합체 인출과정에서 달성된다. 일정

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

한 유량의 보충수를 추가함에 따라 임계에 도달하는 속도는 임계에 접근할수록 느려진다. 봉산회석에 의한 임계접근 기간에 1차 냉각수의 시료를 채취하여 붕소농도를 분석한다.

문서화한 절차서에 발전소의 조건들과 예방조치 그리고 임계에 도달하기 위한 특별한 조치들을 명시한다.

14.1.1.5 저출력 원자로특성시험(4단계)

저출력 원자로특성시험은 초기임계 이후에 수행된다. 이때 출력 준위는 열방출점 이하로 유지된다. 이 시험 단계중에 설계변수와 실제 노심변수 및 반응도계수를 상호 비교하기 위하여 저출력 원자로특성시험을 수행한다.

기초적인 노심 정특성 및 동특성이 예상대로인지를 확인하기 위하여 원자로특성시험계획에 따라 측정을 실시한다. 측정은 저출력에서 실시하며 주로 운전상태의 온도 및 압력에서 수행한다. 측정은 제어봉 조절그룹 반응도가, 다양한 노심 상태에서의 등온온도계수, 미분 붕소농도 반응도가, 제어봉 배치에 따른 함수로서의 임계 붕소농도 등의 계산치 확인을 포함하도록 해야 하며, 선원영역 및 중간영역 핵계측채널을 포함하는 계측장치에 대한 시험도 수행된다.

시험절차서는 수행되어야 할 시험 및 측정의 순서와 각 시험 및 측정이 운전의 안전성과 얻어진 결과의 상관성 및 일치성을 보장하도록 각 시험 및 측정 조건을 명확히 기술하도록 준비된다. 만약 설계 예상치와 상당한 편차가 있거나 허용할 수 없는 거동이 나타나거나, 또는 명백한 이상 현상이 발생하면 발전소를 안정상태로 유지시킨 다음 안전성에 문제가 있는지 여부를 결정하고 차후의 발전소 운전과정을 결정하기 위해 상황을 검토한다.

14.1.1.6 출력상승시험(5단계)

출력상승시험은 저출력 원자로특성시험 단계를 완료한 후에 시작한다. 출력 준위는 전출력 운전까지 단계적으로 증가된다. 가) 부하변동 시험을 수행한다. 나) 자동제어계통을 점검한다. 다) 방사화학적 분석을 수행한다. 라) 노심 성능을 평가하고, 방사선 탐사를 수행하는 등이다.

저출력 원자로특성시험에 의해 원자로 및 발전소 운전특성이 확인되면 출력증가 계획에 따라 연속적 단계를 거쳐 정격 전출력 준위까지 발전소 출력을 증가시킨다. 출력증가중에 원자로와 발전소가 예상대로 성능을 발휘하는지를 확인하기 위해 사전에 정해진 시험계획을 수행한다. 시험 계획에는 출력 증가 단계마다 최소한의 시험 요구 사항들이 기술되어 있다.

출력 준위의 함수로서 노심의 상대적 출력분포를 결정하기 위해 측정을 실시한다.

2차계통 열평형 측정은 출력준위 지시의 일관성을 보장하고 출력영역 핵계측채널의 교정 근거를 제공한다. 정상운전중 일어날 수 있는 여러 상태하에서 원자로냉각재계통이 1차 및 2차계통의 신호에 따라 효과적으로 반응할 수 있는지 확인된다.

미리 정해진 출력준위에서 원자로냉각재계통 및 증기계통의 동적 응답특성을 평가한다. 연료 초기화지침서에 따른 $\pm 10\%$ 단계적 설계부하 변화, 전출력부하 급감발, 발전소 트립에 의한 계통들의 응답을 측정한다.

출력준위를 달리하면서 원자로건물 내부 및 소내의 몇 개 지점을 선정하여 감마 및 중성자 방사선 탐사를 실시함으로써 방사선 차폐의 타당성을 확인한다. 원자로냉각재의 화학 및 방사화학적 분석을 위하여 주기적으로 시료를 채취한다.

14.1.2 조직, 인원배치 및 행정관리

시운전 조직은 모든 시운전시험을 수행할 책임과 권한이 있다. 시운전 조직은 가동전시험 관련사항에 대해 시운전실장의 지시를 받는다. 시운전실장은 초기 기동시험 관련사항에 대해 발전소장에게 보고한다. 시운전 조직은 한수원의 시운전 담당자와 발전소 종합설계자, 핵증기 공급계통 및 터빈발전기 공급자로 구성된다. 그림 14.2-1은 신고리 5,6호기 시운전 조직의 상호관계를 나타낸다.

2009년 12월 31일까지 발행된 한국 및 미국의 적용 가능한 법규, 규제지침, 규격 및 표준에 따라 초기시험하며, 2009년 12월 31일 이후 개정 또는 신규 인허가 사업기술기준의 초기시험이용은 적용타당성을 검토하여 시험에 반영하는 것이 필요하다고 판단되는 경우 이를 적용한다.

14.1.3 특수, 유일 또는 동종 최초인 발전소 설계특성

특수한 가동전시험 또는 초기 시운전시험이 요구되는 특수, 유일, 또는 동일 종류 중 최초인 발전소 설계특성은 없다.

14.1.4 시험 계획의 규제지침서 준수성

초기 시험계획은 다음과 같은 규제지침서의 입장에 따라 개발된다.

14.1.4.1 일반적 입장 - 규제지침서

시험에 관련된 규제지침서의 목적은 가압경수로형 원자력발전소에 적합한 초기 시험계획

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

의 범위 및 심도를 기술하는데 있다. 규제지침서의 근거는 10 CFR 50(Section 50.34, Criterion I of Appendix A and Criterion XI of Appendix B)이다.

안전성에 중요한 구조, 계통, 기기들은 안전등급 1, 2, 3으로 분류되고, 나머지 구조물, 계통 및 기기들은 비안전등급으로 분류되며, 이들의 고장이 대중의 건강 및 안전을 해칠 수 없도록 한다. 따라서 시험에 관련된 규제지침서들은 안전등급으로 분류된 구조물, 계통 및 기기 등에 대해서만 행정적, 기술적으로 적용된다.

Intentionally Blank

Intentionally Blank

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

14.1.4.2 특수 입장 - 규제지침서

14.1.4.1절에 따라 안전성관련으로 분류된 발전소 구조, 계통, 기기들은 다음과 같이 특수한 예외 조항이 있는 규제지침들에 따라서 시험이 수행되며, 그러한 규제 지침서들은 다음 또는 1.8절에 기술되어 있다.

규제지침서	제 목
1.20	가동전시험 및 초기 시운전시험시 원자로내부구조물에 대한 종합진동평가 프로그램
1.22	보호계통 작동기능에 대한 주기시험
1.30	계측 및 전기 기기의 설치, 검사 및 시험을 위한 품질보증요건
1.37	경수형 원자력발전소 유체계통 및 관련부품의 세척에 관한 품질보증요건
1.40	원자력발전소의 연속정격을 갖는 안전관련 전동기 검증시험 요건
1.41	부하그룹 선정의 적절성을 검증하기 위한 다중 소내전력계통의 가동전시험
1.52	경수형 원자력발전소 공학적안전설비 대기정화계통의 공기여과 및 활성탄 흡착기에 대한 설계, 시험 및 검사 기준
1.68	경수형 원자력발전소의 초기시험 계획
1.68.2	경수형 원자력발전소 원격정지기능 입증을 위한 초기기동시험계획
1.70	원자력발전소 안전성분석보고서 표준양식 및 내용에 관한 지침
1.75	전기계통의 물리적 독립성
1.79	가압경수로 비상노심냉각계통의 가동전시험
1.81	다수호기 원자력발전소용 공유 비상/정지 전기계통
1.82	냉각재상실사고에 따른 장기재순환냉각을 위한 수원
1.101	발전소의 비상계획 및 사전준비
1.106	전동기구동 밸브의 전동기에 대한 열적 과부하보호
1.128	원자력발전소 벤트형 납축전지의 설계 및 설치
1.129	원자력발전소 벤트형 납축전지에 대한 유지, 시험 및 교체
1.140	경수형 원자력발전소 정상배기계통의 공기여과 및 활성탄흡착기에 대한 설계, 검사 및 시험기준
1.141	유체계통에 대한 원자로건물 격리설비

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

14.1.5 타 원전에서의 발전소운전 및 시험경험의 반영

한수원은 초기 시험 계획 수립시 유사한 발전소의 운전 및 시험 경험을 반영시킬 책임이 있다. 이를 위해 절차서 작성자는 시험절차서를 작성하기 전에 국내 선행호기 및 해외 원전의 경험사례를 충분히 검토하여야 하며, 또한 초기 시험기간 동안 행정 및 기술 절차서를 작성할 경우에도 적절한 기술정보를 반영하여야 한다.

핵증기공급계통 공급자는 초기 시험계획의 개발시 시운전 조직에 지속적으로 경험 자료를 제공하며 이러한 정보는 핵증기공급계통 공급자의 운전 및 시험경험과 가압경수로 관련된 산업적 경험을 반영한다.

14.1.6 초기 시험 일정

초기 연료장전 날짜 등을 포함하여 초기시험계획의 주요 시험을 수행하기 위한 일정은 그림 14.1-1에 나타나 있다.

그림에 나타난 바와 같이 가동전시험계획은 약 18개월 동안으로 계획되어 있고, 그 이후의 초기가동시험계획은 4개월 동안으로 계획되어 있다.

승인된 시험절차서는 최소한 수행 60일전까지 원자력안전위원회에서 검토될 수 있도록 제출되어야 한다. 운전원 및 타 분야 한수원 기술요원(기계, 계측제어, 전기정비요원)은 정상운전시 그들의 임무에 상응하는 직무와 책임이 주어진다. 발전소 요원들은 신고리 5,6호기에 익숙해질 뿐만 아니라 연료장전 이전 발전소기동을 위한 행정계통을 검증할 기회가 주어질 것이다.

발전소요원은 13장에 기술된 바와 같이 연료장전 이전에 공식적인 훈련을 마치도록 일정이 수립된다. 이 일정은 발전소 운전과 기술요원이 능동적으로 가동전시험 단계의 활동과 전반적인 초기기동시험 단계에 참여할 수 있게 한다.

14.1.7 발전소 운전절차서 및 비상운전절차서의 시험적 사용

발전소 운전절차서는 가동전시험 계획시에 수립될 것이다. 계통 가동전시험 수행시 일부 분 또는 전체적으로 운전절차서를 사용하지만, 운전절차와 이 운전절차의 확인이 가동전시험에 포함되지는 않을 것이다. 시험절차는 신고리 5,6호기에 적절하도록 작성되며, 특수한 시험을 위해서는 특수 계측 장비, 밸브 배열 및 다른 형태의 운전모드 등이 이용될 수 있다.

발전소 운전절차서 및 비상운전절차서의 작성, 검토 및 승인에 대한 일정은 13장에 명시되어 있다. 이 일정은 시험계획 동안 절차서의 시험적 사용을 통해 절차서의 적합성을

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

시험할 수 있도록 충분한 시간을 제공한다.

발전소 운영요원은 운전절차서 및 비상운전절차서를 확인할 책임이 있다. 발전소장은 절차서에 대한 검토 의견 및 변경된 내용이 최종 절차서에 반영되었는지를 확인할 책임을 갖는다.

14.1.8 시험계획 동안의 한수원 요원의 증원

초기시험계획의 기획, 계획서 준비 및 시험기간 동안 필요인력은 한수원이 타 기관으로부터 기술적 지원과 직접적 증원을 받을 필요가 있다. 한수원이 증원받을 주요기관은 핵중기공급계통 공급자 및 종합설계사이다.

시험계획시 종합설계사 지원은 다음을 포함한다.

- 가. 사업수행을 위한 가동전 시험일정 준비 지원
- 나. 종합설계사가 설계한 계통의 가동전시험지침서 제공
- 다. 시험계획중 종합설계사가 계통에 대해 사업자에게 기술지침 제공
- 라. 가동전시험 계획 동안 조정협의를 참여
- 마. 가동전시험 수행에 대해 사업자를 지원

핵중기공급계통공급자는 한수원에 다음 사항을 지원한다.

- 가. 핵중기공급계통공급자가 설계한 계통에 대한 시험지침서 제공
- 나. 핵중기공급계통공급자가 설계한 계통에 대한 시험계획시 사업자에게 기술지침 제공

업무적인 상호관계와 기관간의 교류는 최종안전성분석보고서에 상세히 명시될 것이다. 한수원에 지원되도록 되어 있는 인원은 연료장전 이전 약 24개월로 예정된 가동전시험 이전에 발전소에서 업무에 착수해야 한다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 14.1-1 (19 중 1)

가동전시험 및 연료장전전 고온기능시험 목록

<u>시험 및 측정제목</u>	<u>발전소 상태/선행조건</u>	<u>시험목적 및 검사내용 요약</u>
1. 핵계측(노외)	연료장전 및 초기임계 전	연료장전 전에, 핵계측기 정렬이 완료될 것이며, 중성자선원에 대한 선원영역 감시기의 응답을 점검한다. 초기임계 직전에, 고대수출력준위트립기능, 경보설정치, 적용 가청계수율, 기록계와 모든 보조장치의 운전상태 등을 입증하기 위하여 모든 채널을 점검한다.
2. 공정 계측(온도, 압력, 수위, 유량 계측기)	상온(작동유체순환) 상태, 온도, 압력, 유량 운전상태(제작사의 지시서와 적용 시험 절차서에 따라 장치를 정렬 완료한 후)	충수 및 가압과 가열 및 고온기능시험중에, 특수 계측장비 및 상호비교에 의하여 이 계측기들의 정렬 및 운전을 확인한다. 온도 및 보조유량계측기들을 여러 정상상태 온도에서 교정하고, 필요시 설정치를 변경한다. 관련 경보 및 제어설정치들이 설계치와 일치하는지를 점검한다.
3. 지진 계측장비	연료장전 전	이 계측장비는 교정된 시험신호에 대하여 점검 및 교정한다.
4. 진동 및 진폭	연료장전 전 고온상태	원자로냉각재펌프 상단의 진동감시기들은 기동운전중 진동의 진폭을 감시한다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 14.1-1 (19 중 2)

<u>시험 및 측정제목</u>	<u>발전소 상태/선행조건</u>	<u>시험목적 및 검사내용 요약</u>
5. 팽창 및 제한	연료장전 전 가열 및 냉각중(기초 데이터 수립)	운전온도로 가열중에, 원자로냉각재계통의 기기 및 배관에 대해 몇 개 지점을 선정하여 그 지점들이 제한 없이 팽창하는지와 허용 간극 내에 있는지를 확인하기 위하여 온도를 달리하면서 점검한다. 가열에 앞서 발전소 냉각상태에서, 가열시 측정을 하기 위하여 게이지들을 설치하고 기초 데이터를 수립한다. 가열도중 발견된 잠재적인 문제 우려 지점들은 온도를 증가시키기 전에 모두 시정 조치한다. 상온(순환)으로 냉각시킨 후 배관 및 기기들이 냉각 도중 본래의 위치에서 비정상적으로 이탈되었는지를 확인하기 위하여 대략적인 기준점에서 배관 및 기기들이 제 위치로 돌아왔는지를 점검한다.
6. 연료장전전 종합 고온기능시험	운전 온도에서의 가열 및 냉각중(수압 시험이 만족스럽게 끝나야 하고 원자로 냉각재계통 계기의 정렬 및 운전이 완료되어야 한다. 관련 보조계통들은 운전가능해야 한다.)	원자로냉각재펌프로부터 나오는 열을 이용하여, 가열 및 냉각 절차서를 점검하고, 원자로냉각재계통 온도에 노출된 계통 및 기기의 성능이 만족스러운지를 확인하기 위하여 원자로냉각재계통을 시험한다. 계측장비, 조절기, 경보기 등이 적절히 운전되는지를 확인하고 보조계통들의 점검에 필요한 설계운전조건을 제공하기 위함. 다음의 목적으로 확인시험을 수행한다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 14.1-1 (19 중 3)

시험 및 측정제목	발전소 상태/선행조건	시험목적 및 검사내용 요약
		<p>가) 원자로냉각재의 정상압력에서 냉각재가 화학 및 체적제어계통에 의해 정격유량으로 채워질 수 있는지 확인.</p> <p>나) 각 운전모드에서 설계 유출유량을 점검.</p> <p>다) 가압기 수위 변화에 따른 계통의 응답을 점검.</p> <p>라) 봉산수 충전과 이송 운전에서 이용되는 절차와 기기들을 점검.</p> <p>마) 밀봉수 유로의 운전을 점검.</p> <p>바) 수위변화에 따른 증기발생기 수위 계측장비의 응답을 점검하고 증기발생기 증기덤프를 이용한 발전소 냉각을 확인.</p> <p>사) 계통 기기 및 배관의 열팽창을 점검.</p> <p>아) 저항온도검출기와 노내 열전대들의 등온 교정을 수행.</p> <p>자) 정지냉각계통의 운전을 점검.</p> <p>차) 방사선관리구역에서 노심의 상부와 하부구조물의 육안 및 표면 검사 실시.</p> <p>카) 계통의 방출밸브 및 다른 밸브들의 운전을 점검.</p> <p>타) 원자로 내부구조물들의 진동감시에 대한 운전이력을 구하기 위함.</p>
7. 기기 시험	운전온도에서(수압 시험이 만족스럽게 완료되어야 하며, 사전에 가압기 가열기 및 살수기의 기능을 점검하여야 한다.)	고온기능시험 도중, 가압기의 압력조절 성능을 시험하여야 한다. 노심장전 이후 가압기 살수 및 가열기 등의 효율성이 허용제한치 이내에 있는지 확인한다.
가) 가압기		

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 14.1-1 (19 중 4)

시험 및 측정제목	발전소 상태/선행조건	시험목적 및 검사내용 요약
나) 펌프 및 전동기	상온상태(ambient conditions)에서 가열중, 그리고 노심 장전 전 온도에서	<p>각종 펌프 및 전동기들이 운전중일 때, 점검사항은 다음과 같다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 회전방향 - 진동 - 출력요구사항 - 윤활 - 냉각 - 재순환 유량 - 유량 및 압력 특성 - 필요시 절연저항시험과 고전압충격시험 - 과부하 방지 - 공급 전원의 전압 <p>상기 매개변수들이 계통분석에서 사용되었거나 기능요구 사항들에 사용된 값 이내에 있는지를 확인하기 위하여 유량 및 압력 데이터를 취한다. 다른 결과들은 제작사의 사양서나 발행된 표준치와 비교한다.</p>
다) 증기발생기	상온상태에서, 가열중 그리고 운전온도에서(2차계통의 수압시험이 만족스럽게 완료되어야 한다. 증기발생기의 수위, 압력, 유량 계측장비 등이 정렬되고 운전가능해야 한다.)	가열도중 및 운전온도에서 증기발생기의 계측장비 및 제어계통을 점검한다. 증기발생기의 증기방출을 이용하여 발전소 냉각능력을 입증한다. 또한, 취출계통의 능력도 점검한다.

표 14.1-1 (19 중 5)

시험 및 측정제목	발전소 상태/실행조건	시험목적 및 검사내용 요약
라) 파이롯트구동 안전방출밸브	압력상태	가압기 파이롯트 구동 안전방출밸브들의 설정치, 열림/닫힘시간들은 공급자의 보증 데이터 또는 시험실 시험이나 고온기능시험 등으로부터 확인한다. 고온기능시험에 의하여 확인된 경우, 압력보조장치를 사용하여 설정치를 점검한다. 밸브가 완전 개방되면 압력보조장치가 배기되어 밸브가 재밀봉되게 해준다.
마) 주증기 격리 밸브	운전온도에서 그리고 증기유량은 없음. 노심장전 이전	고온, 가압 상태에서 주증기격리밸브의 운전을 확인한다. 운전시간이 사고해석에 사용된 시간 이내에 있음을 확인한다.
바) 기타 밸브	상온 (ambient temperature) 및 압력상태	상온상태에서 각종 계통 밸브의 운전을 점검하며 필요시 운전시간 및 밸브누설을 측정한다.
8. 압력경계 건전성 시험 가) 수압시험	149 °C(300 °F) 이하 (세정, 입증 및 계통 충수 후)	10 CFR 50 부록 G에 따른 시험압력에서 원자로냉각재계통 및 관련 보조계통의 상온 수압시험을 수행한다. 가압 전에 가압에 필요한 최저온도 이상으로 계통을 가열한다. 사전에 정해진 증가분에 따라 압력을 증가시키며 각 증가분마다 누설검사를 실시한다(밸브 및 기계적 접촉부위에 누설이 있다고 해서 그것이 시험을 거부하는 근거가 되지 않는다). 가압시험에 사용하는 펌프는 계통의 불의의 과압을 방지하기 위해 안전밸브를 장착한다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 14.1-1 (19 중 6)

<u>시험 및 측정제목</u>	<u>발전소 상태/선행조건</u>	<u>시험목적 및 검사내용 요약</u>
나) 가동중검사를 위한 기초 데이터	가동전시험중	KEPIC에 따라 검사가 요구되는 계통과 기기들은 계통 및 기기, 그 계통 및 기기의 이용도와 접근가능 여부에 따라 저온수압시험 후나 고온기능시험 후에 기초 데이터를 얻기 위해 완벽하게 한 번 시험한다.
다) 스테인리스강 세이프엔드 및 필수기기의 비파괴검사	수압시험전	KEPIC에서 요구하는 대로 원자로냉각재 계통의 모든 용접부위는 액체침투탐상시험 그리고/또는 방사선투과시험을 이용하여 비파괴검사를 수행한다.
라) 원자로내부 구조물의 진동 감시	고온기능시험중	<p>노심장전 전 고온기능시험 후에 원자로내부 구조물에 대한 육안검사가 수행될 것이다. 이 시험들의 결과는 문서화되고 원자력안전위원회에 제출된다.</p> <p>연료장전 전 고온기능시험중 발전소와 내부 기기들에 백만 번 이상의 사이클을 달성하기 위해 원자로냉각재펌프는 여러 가지 조합운전을 한다.</p> <p>연료장전 전 고온기능시험 후에 내부구조물들을 제거하고 연료장전 전 고온기능시험 전에 얻었던 시험결과와 비교하여 진동효과를 검사한다.</p>

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 14.1-1 (19 중 7)

시험 및 측정제목	발전소 상태/선행조건	시험목적 및 검사내용 요약
9. 화학 및 체적 제어계통 시험	연료장전 전 고온기능시험 전과 도중(계통 기기들의 운전 점검이 완료되고 계측장비는 정렬되어 있어야 한다.)	혼합운전(blending operation) 및 서로 다른 모드의 회석운전을 점검하고, 서로 다른 운전모드에 따른 유량을 입증하기 위하여 화학 및 체적제어계통의 운전을 실시한다. 또한 용액상태로 최고 농도를 유지하기 위해 충분한 가열보온이 필요한 곳을 점검한다. 충분한 양의 시료를 채취할 수 있는 능력과 시료채취 기술을 확인한다.
10. 급수제어계통, 증기우회제어계통, 원자로제어계통, 가압기 수위제어계통 및 가압기 압력제어계통	가동전 상태(설치 점검이 완료되어야 한다.)	모의입력에 따른 계통의 응답을 시험하기 위하여 가동전 상태에서 계통정렬을 확인한다. 이들 시험은 계통이 출력운전중 안전하게 운전되는지를 입증하기 위해서 수행한다.
11. 원자로보호계통	연료장전 전(설치 점검이 완료되어야 한다.)	연료장전 전에 보호계통의 감지기들 각각의 신호 혹은 모의신호를 이용하여 모든 논리조건하에서 원자로보호계통의 동작을 확인한다. 각 보호채널들은 계통의 다중성과 전원상실 고장시 안전함을 확인하기 위하여 시험을 수행한다. 보호채널들은 원자로트립차단기들을 트립시킴으로써 확인된다. 또한, 감지기의 신호로부터 원자로트립차단기의 트립까지 걸리는 시간을 측정한다. 이러한 시간들이 안전성분석 보고서에서 규정된 값 이내임을 확인한다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 14.1-1 (19 중 8)

<u>시험 및 측정제목</u>	<u>발전소 상태/선행조건</u>	<u>시험목적 및 검사내용 요약</u>
12. 안전설비계통	연료장전 전(설치 점검이 완료되어야 함)	연료장전 전에 안전설비 논리계통의 동작을 모든 트립논리 조건에 대하여 확인한다. 각 감지기 입력들 또는 모의입력에 대하여 시험을 수행한다. 안전설비 채널들은 안전설비 기기들을 동작시키는 계전기 와 제어기를 통해 확인한다. 전동기나 밸브, 디젤엔진 같은 안전설비 기기들의 운전은 다른 시험에서 수행될 것이다.
13. 동력 전환 가) 진동수 및 진폭	고온기능시험	초기운전 및 기동중 터빈 및 주요 2차계통 펌프들의 진동을 점검하고 데이터를 기록한다. 2차계통 기기들에 대한 이러한 유형의 추가적인 시험은 최종안전성분석보고서에 기술될 것이다.
나) 팽창 및 제한	연료장전 전 가열, 운전온도, 냉각중 (저온 발전소 기준이 얻어짐)	운전온도까지 가열하는중 계통의 기기 및 배관에 몇 개 지점을 선정하여 제한이 없이 그 지점들이 팽창하는지를 확인하기 위하여 온도를 달리하면서 점검한다. 냉각 후에 이러한 기기들이 원래의 위치에 가깝게 돌아왔는지 확인한다.

표 14.1-1 (19 중 9)

시험 및 측정제목	발전소 상태/선행조건	시험목적 및 검사내용 요약	
14. 동력 변환기기 및 보조계통 가) 압력방출밸브 및 안전밸브	압력상태	안전밸브의 설정치는 운전 압력 및 온도 상태에서 공급자의 보증데이터 또는 고온 기능시험으로부터 확인한다. 발전소 시험에 의한 확인시, 설정치는 압력으로 힘을 가하는 압력보조장치를 사용하여 점검한다. 일단 밸브가 시트 위치를 이탈하면 보조장치가 배기되어 밸브가 즉시 재시트(reseat) 되도록 한다. 증기발생기 대기방출밸브의 설정치는 계측기 정렬중 결정되며 고온기능시험에 의하여 입증된다.	2
나) 보조급수 펌프	연료장전 전	연료장전 전 고온기능시험중 보조급수계통이 증기발생기에 급수하는 능력을 확인하기 위하여 점검한다. 안전설비 논리계통 시험의 점검중에 자동기동 여부를 점검한다.	
다) 터빈제어밸브 및 터빈 우회밸브	고온기능시험중	연료장전 전 고온기능시험중, 터빈운전이 계통병입 속도까지 올라가는 도중에 터빈 제어밸브와 터빈우회밸브의 운전성을 점검한다. 주증기격리밸브 시험은 7항의 마)에 기술.	
라) 복수기 순환수	고온기능시험 전, 출력운전시	고온기능시험 전 순환수펌프들을 운전중 점검한다. 고온기능시험중 증기를 복수기로 방출하면서, 그 상태에서 복수기의 온도와 배압을 유지하기 위해 순환수계통의 능력을 입증한다. 출력상승중 배압을 유지하기 위한 계통의 능력을 100 % 부하상태까지 확인한다.	

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 14.1-1 (19 중 10)

<u>시험 및 측정제목</u>	<u>발전소 상태/선행조건</u>	<u>시험목적 및 검사내용 요약</u>
15. 보충수 및 화학처리계통	증기발생기 충수중, 고온기능시험중, 출력운전중	증기발생기에 대한 보충수계통은 증기발생기의 충수중과 고온기능시험중, 그리고 출력운전중에 점검한다. 화학처리계통은 가열중 및 증기가 발생중인 상태에서 증기발생기에 화학약품을 주입하였을 때 점검한다.
16. 밀봉 및 펌프 냉각수 시험	가압전, 운전온도 및 압력상태	펌프운전 전에 계통이 가압된 상태에서, 설치된 계측기를 사용하여 지정된 밸브를 조작하여 펌프밀봉으로 흐르는 유량 및 냉각수유량을 조절한다. 고온기능시험중, 운전온도 및 압력에 도달하였을 때에 밀봉 및 냉각수 유량, 온도 등을 점검하고 지정된 값을 확인한다.
17. 배기 및 배수 계통 시험	초기 1차측 충수 및 가압중, 고온기능시험중	원자로냉각재계통의 배기는 초기충수중에 원자로용기상부헤드와 가압기의 배기 및 원자로냉각재펌프의 초기운전중 밀봉부분의 배기를 함으로써 수행된다. 연료장전 후 고온기능시험중에 2차계통은 증기를 2차측으로 되돌려주는 과정에서 배기된다. 2차측 배수는 비제한유량에 대해 시험된다.
18. 기기냉각계통 시험	발전소 고온 상태중	계통 내의 여러 기기에 대한 기기냉각을 조절한다. 고온기능시험중과 냉각중 각 기기에서 적절한 냉각이 이루어지고 온도 제한치가 유지되는가를 확인하기 위해 데이터를 취한다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 14.1-1 (19 중 11)

<u>시험 및 측정제목</u>	<u>발전소 상태/선행조건</u>	<u>시험목적 및 검사내용 요약</u>
19. 정지냉각계통 시험	연료장전 전 고온 기능시험 후 냉각시	이 계통은 초기연료장전 전에 운전을 하면서 각 유로에 대한 압력 및 유량을 확인함으로써 점검한다. 이 계통은 초기연료장전중에 상온의 원자로냉각재를 재순환시키는데 사용한다. 고온기능시험 후 발전소 냉각중에 계통의 냉각능력을 입증한다. 주제어실에서 수동조작에 의해 정지냉각계통 유로가 원자로건물살수로 전환되는지 점검한다.
20. 정화계통 시험	연료장전 전 운전온도	고온기능시험중 탈염수지를 충전한 상태에서 정화계통의 운전을 실시하여 유량, 차압, 이온교환수지의 상태 등을 확인한다.
21. 화재방호계통 시험	발전소기동 전	화재방호계통의 기기 및 장치가 완벽한지를 점검하고, 전유량 조건에서 계통의 압력을 확인하기 위해 기능을 시험한다. 또한 계통의 능력을 입증하기 위하여 비상동력원으로 운전한다.
22. 용수계통	연료장전 전 발전소 고온기능시험 전과 도중	압력 및 유량을 확인하기 위하여 계통을 운전중 점검한다. 용수유량은 계통 내에 있는 각 기기들에 대해 확인한다. 비상동력원으로 운전할 수 있음을 입증한다.
23. 공기조화계통	발전소기동 전	누설여부를 점검하고 계통으로부터 공급되는 지역까지의 유량을 입증하고 균형을 맞추기 위해 계통을 운전하며 이때 전동기의 전류, 회전속도, 설정치, 점검경보 등을 확인한다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 14.1-1 (19 중 12)

<u>시험 및 측정제목</u>	<u>발전소 상태/선행조건</u>	<u>시험목적 및 검사내용 요약</u>
24. 누설감시계통 시험(누출감시의 민감도 및 정확도)	가동전시험 전과 도중	안전밸브들과 원자로용기상부헤드 밀봉에서 나온 배수관에 있는 온도측정기들을 누설감시의 민감도를 확인하고 경보기능을 점검하기 위해 검사한다. 배수탱크 수위와 온도 감지기들을 교정하고 해당하는 경보들을 점검한다.
25. 1차시료채취 계통 시험	고온기능시험 전과 도중	다음과 같은 목적으로 운전을 수행한다. 가) 퍼지 시간을 결정하기 위함. 나) 시료채취점에서 액체 및 기체 시료를 취할 수 있는지 확인하기 위함. 다) 밸브, 계기, 조절기 등이 적절히 동작하는지 확인하기 위함. 라) 시료냉각기가 적당한 기능을 갖는지 확인하기 위함. 마) 시료채취용기를 문제없이 제거하고 대체할 수 있는지 확인하기 위함.
26. 원자로건물내 재장전수탱크	고온기능시험 전	고온기능시험을 위한 가압 전에 원자로건물내재장전수탱크 운전을 다음과 같이 검사한다. 가) 적절한 설정치 0.035 kg/cm^2 ($\pm 0.5 \text{ psid}$) 나) 고, 저수위 정보
27. 정상배전 시험 (변압기, 전동기, 계전기스위치, 전원 등, 필요시 동기시험 및 절연시험)	발전소기동 전 및 계통운전 전	절연저항시험, 고전압충격시험, 연속성시험, 조절장치들에 대한 운전시험 등에 의하여 기동하기 전에 시험대상 기기의 건전성 및 운전상태를 확인한다. 기동 후에는 동기시험 및 전압조절시험을 수행하고, 격리 및 다중성이 적용되어 있는 경우는 채널과 계열 격리 및 다중설비를 확인한다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 14.1-1 (19 중 13)

<u>시험 및 측정제목</u>	<u>발전소 상태/선행조건</u>	<u>시험목적 및 검사내용 요약</u>
28. 필수모선 시험 (모든 전력을 사용한 총부하 시험)	발전소가동 전	정상상태와 전원상실 상태 하에서 필수모선 부하가 모든 전원으로부터 공급될 수 있는지를 확인하기 위하여 시험을 수행한다. 특히 전력상실시 절체(transfers)가 일어나고 설계된 대로 다중설비가 기능을 발휘하는지 입증하기 위해 시험을 수행한다.
29. 직류계통 시험 (총부하 시험 및 지속시간 시험)	발전소가동 전	축전지, 충전지, 변환기 등의 다중설비를 점검한다. 축전지의 용량 및 전압조절을 확인한다. 또한 방전된 축전지가 정해진 기간 내에 재충전되는지 확인한다. 직류 입력을 변화시켜가면서 각 변환기의 출력이 설계된 대로 나오는지 확인한다. 계기를 교정하고, 계전기, 차단기, 연동장치 등을 점검한다.
30. 통신계통 시험 (전화, 인근주민 통지(public address), 경보음)	연료장전 전	소내 전화들 간의 연락과 소외 일반국민과의 전화통신이 원활한지 확인한다. 앰프와 스피커 볼륨을 조정하고 발전소 전 지역에서 대피경보음을 들을 수 있는지 확인한다. 또한 연료 장전구역 및 제어 구역에서 임시 통신망이 제대로 기능을 하는지 확인한다.
31. 비상전원계통 (모든 교류전압 상실하에서 수동 기동 및 계통병입, 전자동 부하시험)	고온기능시험 전	비상디젤발전기의 자동기동 및 부하투입은 정상 교류전력 상실 상태에서 시험된다. 회로차단기 논리의 작동 및 순차적 운전은 적절한 안전성관련 모선 탈락(stripping)과 비필수부하 분리(separation)를 통해 시험된다. 부하기간 시험은 과도상태 및 정상상태에서 전압 및 진동수 조절시험과 함께 수 시간 동안 운전하면서 시험한다.

표 14.1-1 (19 중 14)

시험 및 측정제목	발전소 상태/선행조건	시험목적 및 검사내용 요약	
32. 원자로건물 누설시험	연료장전 전	원자력안전위원회고시 제2014-22호(원자로격납건물 기밀시험에 관한 기준) 및 ANSI/ANS 56.8-1994에서 요구하는 원자로건물, 원자로건물 관통부 및 원자로건물 격리밸브들의 건전성을 입증하기 위해 시험을 수행한다.	2
33. 공기조화계통 시험	고온기능시험 전	공기 유량을 맞추고, 압력강하와 전동기 속력을 확인하며 설정치를 만들고 경보를 점검하기 위해 공기조화계통을 운전한다. 설계성능을 확인하기 위해 이 계통을 운전한다.	
34. 사고 후 열제거계통 시험 가) 원자로건물 살수	발전소가동 전	제어신호에 대한 응답과 펌프, 밸브 그리고 제어기들의 연속작동 순서를 확인하고, 원자로건물 고압력신호를 받은 후에 계통이 동작하는데 걸리는 시간을 점검하기 위해 시험을 수행한다. 주제어실에서 수동조작에 의해 원자로건물살수계통 유로가 정지냉각계통유로로 전환되는지 점검한다.	
35. 원자로건물 격리계통 시험	연료장전 전	원자로건물 격리에 사용되는 계통 및 기기의 운전을 설계요건에 따라 확인한다.	
36. 수소제어계통 시험	발전소가동 전	피동측매형 수소재결합기 및 수소점화기 기능을 확인하기 위해 수행한다.	

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 14.1-1 (19 중 15)

<u>시험 및 측정제목</u>	<u>발전소 상태/선행조건</u>	<u>시험목적 및 검사내용 요약</u>
37. 기체방사성 폐기물	발전소가동 전	<p>계통운전을 확인한다. 설치된 계통에 대해 적용단계에서 수행하는 것은 다음과 같다.</p> <p>가) 배기로부터 감쇄탱크로 기체가 이송되는지 시험한다.</p> <p>다) 밸브운전, 연동장치 등을 입증한다.</p> <p>라) 경보 및 압력 설정치를 점검한다.</p>
38. 계통 시험 (팽창과 제한)	발전소가동 전	<p>가열과 냉각중 점검을 기술한 5.항을 참조.</p>
39. 안전주입 시험	연료장전 전	<p>안전해석에서 사용한 압력 및 유량값들을 확인하기 위해 안전주입계통을 운전하면서 점검한다. 또한, 펌프전동기의 속도 및 계통설정치 등을 점검하고 정상 및 비상동력원에서의 운전을 확인하기 위한 시험을 수행한다. 자세한 사항은 다음과 같다.</p> <p>가) 수동 및 원격으로 운전하는 밸브는 수동 또는 원격으로 운전가능하여야 한다.</p> <p>나) 여분의 유로를 형성하기 위해 설치된 밸브들은 설계대로 운전되어야 한다.</p> <p>다) 펌프들은 압력 및 유량 설계기능을 만족스럽게 수행하여야 한다.</p> <p>라) 안전주입신호의 작동시 밸브들과 펌프들의 적절한 연속배열이 이루어져야 한다.</p>

표 14.1-1 (19 중 16)

<u>시험 및 측정제목</u>	<u>발전소 상태/선행조건</u>	<u>시험목적 및 검사내용 요약</u>
		<p>마) 전원상실시 원격으로 운전하는 밸브들의 고장시 위치는 명시된 대로 있어야 한다.</p> <p>바) 원자로건물 고압력 신호를 받는 밸브들은 이러한 신호가 들어올 때 동작되어야 한다.</p> <p>사) 수위와 압력 계기들은 특정 지점에 설치되어 있고, 필요한 위치에서 경보와 원상복귀가 준비되어 있어야 한다.</p> <p>아) 원자로용기직접주입배관의 역류방지밸브들에 대한 역누설시험을 수행한다.</p> <p>자) 상온보다 높은 온도에서 운전되어야 하는 역류방지밸브들은 고온에서 제 기능을 수행하여야 한다.</p>
40. 안전주입탱크 시험	연료장전 전	<p>안전해석시 유량계산에 썼던 선로저항 및 유량조절기(FD) 저항을 확인하기 위해 원자로냉각재계통과 열린 원자로용기로의 안전주입탱크 방출시험을 수행한다. 또한 이 시험들은 전동식밸브들이 적절히 동작하는가와 역류방지밸브들이 자유롭게 열림을 검증한다.</p>
41. 사용후연료저장조 냉각 및 정화 계통 시험	1단계 가동 전 시험	<p>사용후연료저장조 탈염기, 열교환기 루프, 정화 루프의 운전 등을 통한 유량을 확인하고 경보설정치를 점검하며, 아울러 밸브, 계기, 제어장치 등이 제대로 기능을 발휘하는지 결정하기 위해 시험을 수행한다.</p>

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 14.1-1 (19 중 17)

시험 및 측정제목	발전소 상태/선행조건	시험목적 및 검사내용 요약
42. 연료재장전 장치 (보호연동을 포함한 연료취급 기기들과 동력기 기)	신연료의 저장 및 초기연료장전 전	모의 연료집합체를 이용하여 연료이송계 통 및 연료취급기기가 제대로 기능을 발 휘하는지 확인하기 위하여 연료장전 전에 시험을 수행한다. 연료저장지역에 포함 된 구역은 신연료 인수전에 점검한다.
43. 연료저장구역과 재장전수로의 분 할기구의 운전성 및 누설시험		분할기구의 기밀성이 요구되는 정비를 수 행할 때 이 기구의 기밀성이 확인되기 때 문에 분할기구의 누설시험은 가동전시험 에서 수행하지 않는다.
44. 연료건물 배기장치	발전소기동 전	기밀도, 유량, 필터의 압력강하 등을 확인 하고 계통의 운전상태를 점검하기 위하여 시험을 수행한다.
45. 연료건물 방사선감시 장치	발전소기동 전	시험내용 요약 48항을 참조.
46. 원자로기기 취급계통	기기설치(인양) 전	크레인과 연료취급기기에 대해 시험을 실 시한다. 눈금을 맞추고 전동기 전류 및 회전수를 확인하고, 제한스위치의 설정치 를 설정한다.
47. 공정, 임계, 배출 및 지역감시기 시험	연료장전 전 및 발 전소가동 전	연료장전 전, 연료장전에 관계된 방사선 경보장치를 점검하며 경보설정치를 확인 한다. 공정 및 지역감시기 센서와 채널 은 제작사의 지시서와 경보설정치에 따라 교정한다.
48. 개인선량계 및 방사선측정계기	연료장전 전 및 발전소가동 전	발전소기동 및 장비사용 전에 기준 표준 값으로 계기를 교정한다. 이 초기 교정 이 완료된 후 계기는 재교정을 위하여 주 기적으로 회수한다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 14.1-1 (19 중 18)

<u>시험 및 측정제목</u>	<u>발전소 상태/선행조건</u>	<u>시험목적 및 검사내용 요약</u>
49. 화학실험실장비 시험	기동 전 및 기동중	발전소기동 전 장비의 성능을 입증하기 위하여 화학실험실 장비를 점검한다. 화학분석은 기동전 이미 알고 있는 시료에 대해 실시한다. 기동중, 장비는 정상 사용을 위하여 추가 검증을 받는다.
50. 방사성폐기물 관리계통	발전소가동 전	<p>장치를 통해 만족할 만한 유량 특성을 보이는지 확인하기 위하여, 처리 및 폐기물 감용설비가 만족할 만한 성능을 갖고 있는지 입증하기 위하여, 또 경보 및 제어가 적절히 운전되는지 확인하기 위하여 수행한다. 상세한 내용은 다음과 같다.</p> <p>가) 모든 배관 및 기기는 설계사양서에 따라 정확히 설치되어 있다.</p> <p>나) 수동 및 자동밸브는 작동가능하다.</p> <p>다) 계기 조절기는 적절히 작동한다.</p> <p>라) 경보는 필요한 위치에서 작동가능하다.</p> <p>마) 펌프는 계통기능을 만족스럽게 수행한다.</p> <p>바) 펌프지시기 및 조절기는 필요한 위치에서 작동가능하다.</p> <p>사) 고체방사성폐기물 압축기는 명시된 대로 작동한다.</p> <p>아) 기체분석기는 명시된 대로 작동한다.</p> <p>자) 역삼투압설비 패키지는 운전가능하다.</p> <p>차) 수소와 질소 공급기는 모든 모드의 운전에서 충분하다.</p>

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 14.1-1 (19 중 19)

<u>시험 및 측정제목</u>	<u>발전소 상태/선행조건</u>	<u>시험목적 및 검사내용 요약</u>
51. 원격정지제어실 시험	연료장전 전 고온기능시험중	원격정지계기들과 제어스위치들의 적절한 운전을 검증하고 발전소를 원격정지제어실에서 냉각시킬 수 있음을 확인하기 위해 시험을 실시한다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 14.1-2 (8 중 1)

시운전시험 목록

<u>시험 및 측정제목</u>	<u>발전소 상태/선행조건</u>	<u>시험목적 및 검사내용 요약</u>
1. 제어봉구동장치와 제어봉 위치지시계의 기계 및 계측 시험	초기임계 전	제어봉구동장치 제어계통 운전시험은 제어장치 점검, 설정치 조정 및 제어봉 속도와 제어봉구동장치 전원의 순차적 공급을 확인하기 위해 수행된다. 연료 장전 및 제어봉구동장치 설치 후 구동장치의 전장(full travel)운전을 통해 운전상태를 확인하기 위한 시험이 수행된다. 걸쇠의 물림 및 풀림 장치가 실증되고 제어봉 전장운전을 통해 위치 지시계의 교정이 수행된다.
2. 원자로트립 회로 및 수동트립 시험	초기임계 전	원자로수동정지를 포함하여 원자로정지차단기의 트립까지의 여러 가지 트립 모드에서 원자로보호회로를 검증하기 위해 운전시험이 수행된다. 연료장전 후 각 전장 제어봉구동장치의 풀림 및 트립이 실증된다.
3. 제어봉집합체낙하 시간 측정	초기임계 전	연료장전 후 발전소 고온상태에서 각 제어봉의 낙하시간이 측정된다. 측정된 제어봉 낙하시간 중 가장 빠르거나 가장 늦은 제어봉을 각각 3개씩 선정하여 추가로 낙하시험을 수행한다. 낙하시간은 제어봉 풀림으로부터 90% 삽입 위치에 도달할 때까지 측정한다. 낙하시간은 16장 기술지침서에 규정된 최대치 이하임이 입증되어야 한다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 14.1-2 (8 중 2)

시험 및 측정제목	발전소 상태/선행조건	시험목적 및 검사내용 요약
4. 원자로냉각재계통 압력시험	초기임계 전	원자로냉각재의 압력 건전성은 연료장전 전에 확인된다. 노심 연료장전 후 원자로 용기상부헤드의 설치 및 원자로용기상부헤드의 스터드를 조인 후 원자로용기상부헤드 및 용기 밀봉 장치를 통해 누설이 없음을 확인하기 위해 압력시험이 수행된다.
5. 수질화학 시험	연료장전 후 가열 전	원자로냉각재계통의 수질이 만족되지 않으면 보충수의 염소 농도, 전도도, 총 용존고체, pH, 투명도, 불소 농도를 분석한다. 가동전시험 기간중에는 산소를 제거하기 위해 하이드라진을 첨가한다. 연료장전 후 임계운전을 연장하기 전에는 산소를 제거하기 위해 수소를 주입한다. 임계 전, 임계중, 출력상승중에 수질 요구조건을 만족하는지 확인하기 위해 화학분석을 수행한다.
6. 노외중성자속 감시기 기동채널의 교정 및 중성자 반응 점검	연료장전	연료장전 전에 노외계측기를 연결하여 운전상태를 점검한다. 검출기 양극 전압은 중성자 선원을 사용하여 유도된 자료에 근거하여 설정한다. 노심의 출력이력이 확립된 후에는 검출기 양극 및 판별기 전압은 시험 수행중 획득된 자료에 근거하여 재설정한다.
7. 원자로냉각재 유량시험	고온대기 상태에서 발전소 초기임계 전	연료장전 후 원자로냉각재펌프에 관한 측정을 실시한다. 여러 가지 원자로냉각재 펌프 조합에 따른 차압을 측정한다. 측정된 자료와 원자로냉각재펌프 성능곡선을 사용해 계산된 유량으로 설계유량을 확인하고 최종안전성분석보고서의 값보다 큰지 확인한다. 원자로냉각재펌프 정지 후의 유량감소 연장시간과 과도상태도 결정된다.

표 14.1-2 (8 중 3)

시험 및 측정제목	발전소 상태/선행조건	시험목적 및 검사내용 요약
8. 가압기 성능시험	연료장전 전 고온기 능시험	고온 무부하 온도 및 압력에서 계통압력을 유지하고 증가시키기 위한 가압기 전열기의 성능을 검증한다. 전열기를 켜고 압력을 절차서에 있는 예상 압력 증가량과 비교한다. 또한, 압력을 감소시키기 위한 가압기 살수의 성능도 검증한다. 살수밸브를 열고 압력 감소량을 절차서에 예상된 압력 감소량과 비교한다.
9. 초기임계	발전소 고온대기 상태	발전소 고온대기 상태에서부터 최초로 원자로를 임계 시키고자 한다. 제어봉 인출을 시작하기 전에 핵계측 장치를 연결, 점검하고 보수적인 원자로트립 설정치를 설정한다. 임계 도달시 제어를 위해 부분적으로 삽입된 상태로 남아 있는 최종 제어봉을 제외한 모든 제어봉들은 인출된다. 제어봉 인출 및 봉소 회석시 미리 선정된 시점에서 자료를 취해 역계수율 도표를 그려 예상되는 임계점을 외삽법으로 찾는다. 모든 제어봉 인출시 봉소농도를 순차적으로 측정한다.
10. 방사선 준위 측정	출력증발 중 정상상태	발전소 전체의 몇 개 지점을 선정하여 중성자와 감마선에 의한 선량 준위를 결정하기 위하여 출력증발중 방사선 준위를 측정한다. 방사선계측기는 준위를 알고 있는 선원을 사용하여 교정 후 사용하며 방사선 준위 측정 후 교정상태를 재점검한다.

2

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 14.1-2 (8 중 4)

시험 및 측정제목	발전소 상태/선행조건	시험목적 및 검사내용 요약
11. 출력에 따른 핵 계측기 교정 및 중첩 결정	원자로 기동 후와 출력증발 중	초기임계후와 중간 및 출력영역으로 출력 증발 중에 선원영역, 제어영역 및 안전영역 간의 중첩과 정보 및 보호기능을 확인하기 위해 자료를 취득한다. 이 자료들은 중첩이 확실히 이루어질 때까지 수집된다. 노외계측기 제어영역신호는 발전소 2차측 급수량, 급수온도, 증기압력에 근거한 원자로 열출력에 맞춰 교정된다.
12. 유출물 방사선감시기(이미 알고 있는 유출물 농도에 대해 교정)	발전소기동 전	이미 알고 있는 방사선 선원 또는 이미 알고 있는 선원으로 교정된 아날로그 신호로 유출물 방사선감시기 계측기들을 교정한다.
13. 감속재 온도 반응도 계수	영출력 시험	정상 무부하 온도에서 핵가열이 없을 때 원자로냉각재계통의 냉각 및 가열은 증기 방출을 통해 수행한다. 냉각재 온도를 약 3℃ 정도 변화시키면서 냉각재 평균온도와 반응도를 기록한다. 이 자료로부터 등온 온도계수를 결정하여 감속재온도계수를 추정한다.
14. 제어봉 반응도가 - 개별 및 그룹의 미분/적분 반응도가 결정 과 정지능력 반응도가 확인	영출력 시험	영출력 상태에서 봉소농도 시료 자료, 그룹 위치, 반응도 기록계의 추세 자료로 제어봉 반응도가가 핵설계 예상치와 일치하는지 확인한다. 이 자료들로 부터 적분 반응도가가 결정된다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 14.1-2 (8 중 5)

<u>시험 및 측정제목</u>	<u>발전소 상태/선행조건</u>	<u>시험목적 및 검사내용 요약</u>
15. 붕소 반응도가 측정	영출력 시험	미분붕소값은 단순히 원자로냉각재 붕소농도를 증가 또는 감소시켜 측정한다. 붕소농도 변화에 따른 반응도효과 보상은 감속재 평균온도 및 출력준위를 일정하게 유지하기 위해 제어봉을 인출 또는 삽입함으로써 이루어지고 제어봉 구동에 따른 노심거동의 누적된 변화를 관찰한다.
16. 초기 임계붕소농도 및 반응도배치의 결정	영출력 시험	상기 9항에 기술된 바와 같다.
17. 수질을 제어할 수 있는 능력을 검증하기 위한 화학실험	임계 전 및 출력증발중	임계 전에 1, 2차 계통의 화학분석을 수행하기 위한 절차서들과 장비를 검증한다. 출력증발중 발전소 수질이 기준치 이내인지 확인하기 위해 시료채취 및 분석을 실시한다.
18. 출력 반응도 계수 평가와 출력결손 측정(50 %, 100 %)	출력준위 변화중	제논 반응도 효과를 적절히 고려할 수 있는 출력준위 변화 동안 원자로 출력과 반응도 변화를 측정한다. 측정된 결과로 출력반응도계수 및 출력결손을 결정한다.
19. 부하 변동에 대한 수동 및 자동상태에서의 발전소 반응(자동제어계통 점검: 20 %, 50 %, 80 %, 100 %)	출력증발중	<p>다음의 부하 변동에 대한 발전소 반응을 검증한다.</p> <p>가) 연료 초기화지침서에 따른 50 %와 100 % 출력에서 $\pm 10\%$ 단계 부하변동.</p> <p>나) 전출력 부하 급감발.</p> <p>다) 100 % 출력준위까지의 발전소 트립들.</p>

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 14.1-2 (8 중 6)

시험 및 측정제목	발전소 상태/선행조건	시험목적 및 검사내용 요약
		<p>라) 연료 초기화지침서에 따른 $\pm 5\%$ 부하 선형변동.</p> <p>이 시험 수행중 제어계통 거동과 재정렬 요구사항을 파악하기 위해 기록들을 분석한다. 발전소가 트립되지 않고(적용 가능 시), 안전밸브가 열리지 않고, 증기방출이 제대로 작동하는 것과 같은 허용기준은 각 절차서에서 확인된다. 정해진 출력 준위에서 수행되는 자동제어계통 점검에서는 시험신호로 제어변수를 모의 입력시켜 제어기의 반응, 제어변수의 계획된 단계변화, 자동전환을 관찰하고 과도한 변이(overshooting) 또는 진동 없이 변수의 설정치가 유지되는지를 관찰하여 자동제어계통을 점검한다. 과도상태 시험중, 실제 설계부하변동 조건하에서 관련 계통들의 운전상태를 점검한다.</p>
20. 화학 분석 (20 %, 50 %, 80 %, 100 %)	출력증발중	<p>저출력 원자로특성시험 도중 및 20 %, 50 %, 80 %, 100 % 출력에서 원자로냉각재의 시료를 채취하여 냉각재 화학적 요구조건이 유지될 수 있는지 입증하기 위해 분석을 수행한다.</p>
21. 유출물과 유출물 감시계통(20 %, 50 %, 80 %, 100 %)	출력증발중	<p>유출물 감시기를 발전소내 지정위치에 설치하여 유출물의 방사능 성분들을 감시한다. 계측기들은 방사능의 어떤 변화가 있는지 검출하고 방사화학적 분석이 필요할 때 운전원에게 경보한다.</p>

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 14.1-2 (8 중 7)

<u>시험 및 측정제목</u>	<u>발전소 상태/선행조건</u>	<u>시험목적 및 검사내용 요약</u>
22. 노심성능 평가 (20 %, 50 %, 80 %, 100 %)	출력증발중	출력이 안정상태에 도달시 노심 성능 여유도가 설계 예상치 이내인지를 확인하기 위해 노심 내 자료를 취해 분석한다.
23. 터빈트립(원자로 출력급감발계통이 작동 중지된 상태에서 100 %)	출력운전중	터빈트립에 의한 원자로트립 시험을 100 % 출력에서 수행하여 가압기 및 주증기안전밸브가 작동하지 않고 발전소가 고온정지 상태로 유지될 수 있는지 확인한다.
24. 100 % 출력에서 부하 급감발(원자로출력급감발계통 작동시)	출력운전중	가압기 및 주증기안전밸브가 열리지 않고 원자로가 연결 상태를 유지하며 원자로출력급감발계통이 설계에 따라 기능을 발휘하는지 확인한다.
25. 주 제어실 밖에서의 발전소정지	>10 % 출력	주 제어실 밖에서 발전소를 고온정지 상태로 유지시킬 수 있도록 계측제어 장치가 설치되어 있다. 원자로 출력이 10 % 이상일 때 발전소를 트립 시키고 주 제어실 밖에서 일정 시간 동안 발전소를 고온 정지 상태로 유지한다.
26. 소외전원 상실	>10 % 출력	기동전에 전압상실 모의시험을 수행하여 비상발전기 기동과 비상모선의 비상부하 연결을 검증한다. 10 % 이상 출력에서 소외전원이 사용 불가능하면 발전소가 트립된다. 이러한 조건에서 비상디젤발전기의 기동, 필수 모선의 트립, 필수 모선에 대한 비상부하의 순차적 투입이 검증된다.
27. 방사선 준위 측정 및 차폐 효과성 (50 %, 100 %)	출력운전중	차폐 효과성을 확인하기 위한 방사선 준위 측정에 관해서는 이미 언급하였다. 방사선 준위 측정은 100 % 출력을 포함하는 출력 조건에서 수행한다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 14.1-2 (8 중 8)

<u>시험 및 측정제목</u>	<u>발전소 상태/선행조건</u>	<u>시험목적 및 검사내용 요약</u>
28. 소내 전산기	발전소기동중	발전소기동 단계중 소내 전산기를 점검하고 공정신호와 소내전산기로 예상했던 신호를 비교한다(소내 전산기는 안전기능을 수행하지 않음).
29. 컴퓨터 소프트웨어 시험	발전소기동 전/출력 중	소내 전산기 소프트웨어 성능이 전산기 기술 교재에 명시된 소프트웨어 요건에 맞는 지 입증한다.
30. 소내 1E급 교류 모선 전압 확인	발전소기동 후 계통 병입 전	발전소 시험운전시 소외전원 수전상태에서 1E급 교류 모선전압을 측정하고, 소내 모선전압 분석결과와 비교하여 모선전압 분석결과와의 적합성을 확인한다.

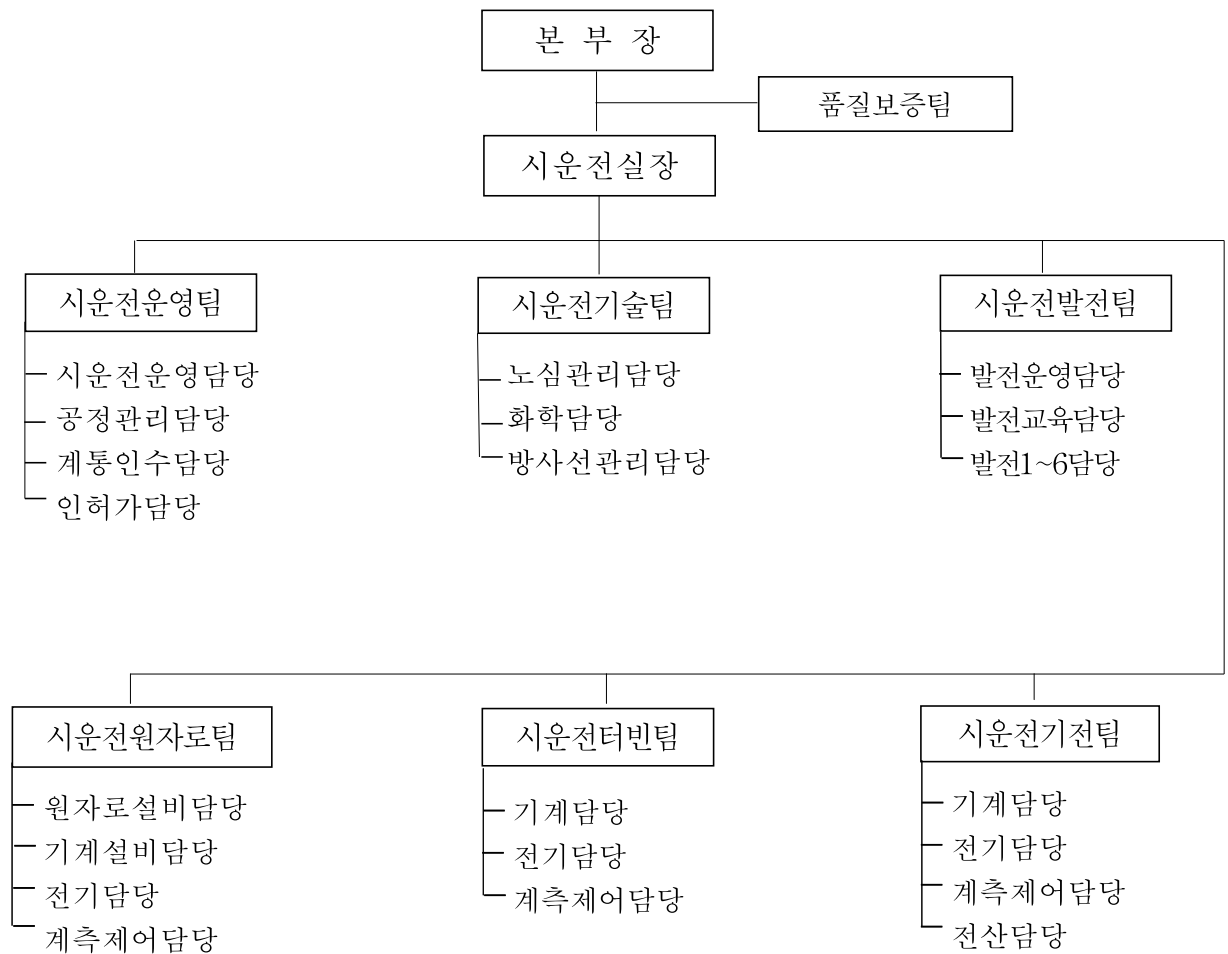
공 정	시 험 일 정 (개월)				
	-36	-24	-12	0	+6
건 설				연료장전	
가동전 시험					
핵연료장전 및 열출력시험					
저출력 시험					
출력 상승 시험					
시험 절차서 (초안)					
시험 절차서 (최종안)					



한국수력원자력주식회사
신고리 5,6호기
예비안전성분석보고서

초기시험 프로그램

그림 14.1-1



한국수력원자력주식회사
신고리 5,6호기
예비안전성분석보고서

시운전 조직표

그림 14.1-2