

# 가압경수로형 원전 주기적안전성평가 심사지침 개선

2015. 10. 28

김 대 식



한국원자력안전기술원  
KOREA INSTITUTE OF NUCLEAR SAFETY

# CONTENTS

- I. 개요
- II. 목적 및 시기
- III. 관련 법규
- IV. 평가항목 변화
- V. 심사지침서 개선
- VI. 정리

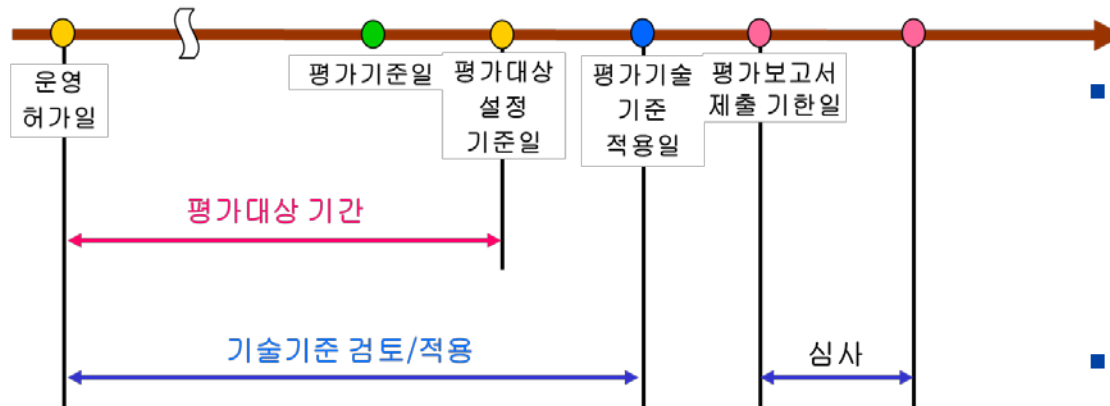
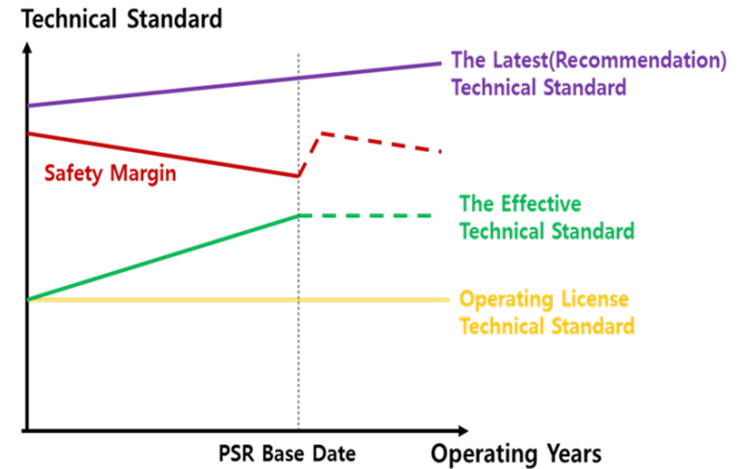


# I. 개요

- 가동 중인 원전의 안전성을 10년마다 종합적으로 평가하는 제도
- 운영허가 당시의 기술기준과 이후 변화된 기술기준을 근거로 원전의 **현재 및 향후 10년의 안전성을 재평가**하고 안전성 증진사항을 도출하여 이행함으로써 **원전의 안전성을 향상**
- 가동연수 증가에 따른 노후화 및 안전기준 변화 등에 따라 종합적인 안전성 재평가 요구되어 추진
  - 제11차 원자력안전위원회에서 PSR제도 도입을 결정(1999년)하여 2001년 1월 17일 원자력법에 개정 · 반영
    - 시행령 2001년 7월 16일, 시행규칙 2001년 7월 25일
  - 14개 평가항목으로 확대하는 내용
    - 시행령 2014년 11월 19일, 시행규칙 2014년 11월 24일

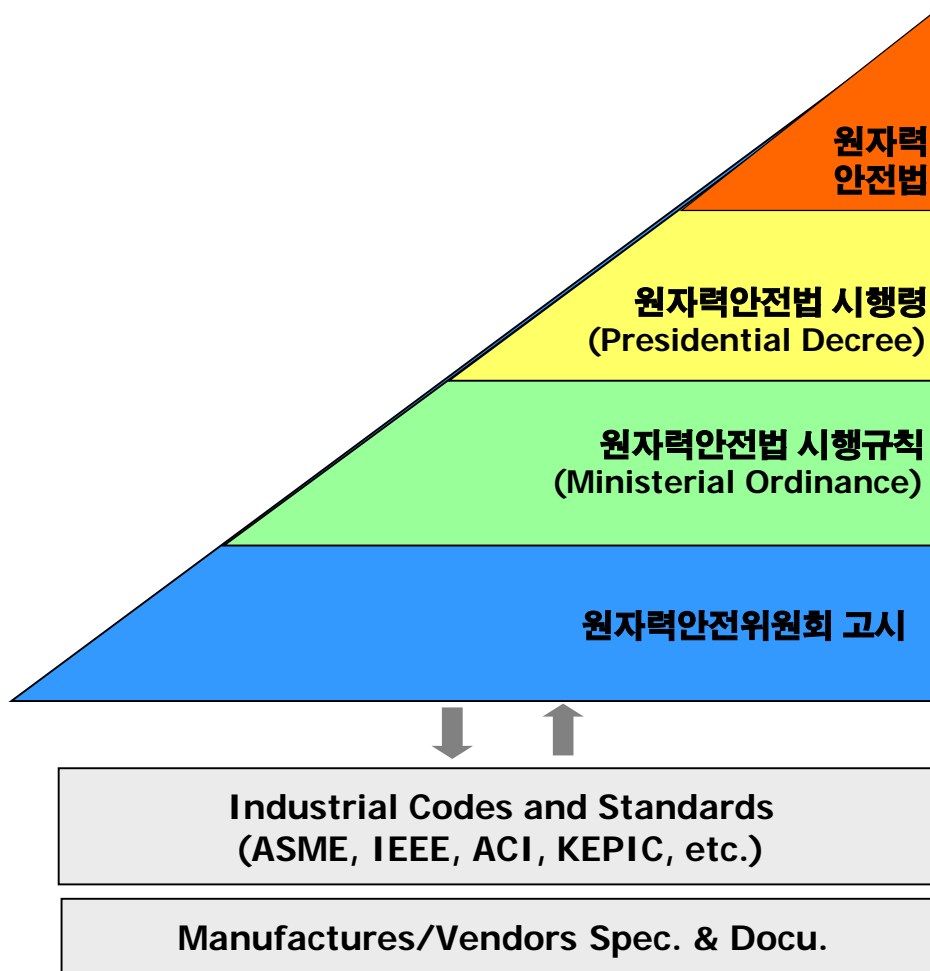
## II. 목적 및 시기

- 주기적 안전성평가보고서의 평가내용, 방법 및 적용기준의 적절성
- 유효한 기술기준에 따른 발전소 안전성
- 안전성 증진사항의 적절성 및 추가 도출



- 평가기준일 : 원자로시설의 운영허가를 받은 날로 부터 10년이 되는 날
- 평가보고서 제출 기한일 : 평가기준일로 부터 1년 6개월 이내

# III. 관련 법규



• 주기적안전성평가  
§23

• 시기, 내용, 방법 및 기준, 처리기간  
§36, §37, §38, §39

• 세부내용 및 기준  
§20, §21

• Detailed Review Requirements

• References

# III. 관련 법규

## ● 기준

### ■ 시행령 38조(주기적 안전성평가의 방법 및 기준)

- 1. 원자로시설의 설계에 관한 사항과 2. 안전에 중요한 구조물·계통 및 기기의 실제 상태에 관한 사항에 대한
  - 개별적인 평가 및 상호 연관성이 있는 사항은 **복합적인 평가**를 수행할 것
  - 평가에 **품질보증** 및 **방사선 방호에 관한 사항** 포함하여 수행할 것
  - 평가의 **안전조치 결과**를 고려하여 평가할 것
- 안전성평가 당시 해당 원자로시설에 **유효한 기술기준을 활용하여 평가할 것**

### ■ 시행규칙 제21조(주기적 안전성평가의 기준)

- 원자로시설의 시간 경과에 따른 안전도 및 안전조치
  - 원자로시설은 시간 경과에 따라 나타날 수 있는 **경년열화현상에 대하여 안전기능을 유지**할 수 있어야 하며, 평가기준일 부터 10년 후까지의 기간 동안 **안전성을 보장**할 수 있는 안전 여유도가 확보
  - 발전용원자로 운영자는 원자로시설의 경년열화관리계획을 수립·시행하여 구조물·계통 및 기기의 **안전기능과 안전 여유도가 보증**되도록 할 것

# IV. 평가항목 변화

- 원자력안전법령상 PSR은 1999년 12월 21일 제11차 원자력안전 위원회에서 가동원전의 주기적안전성평가 추진방안(안)을 의결
- IAEA PSR 지침(50-SG-O12, 1994년)을 바탕으로 2001년 1월 16일 원자력법에 개정·반영
- 2009년 12월 원자력안전전문위 계통분과에서 3개의 평가항목(발전소 설계, 위험도 분석, 확률론적 안전성평가)을 추가하는 하는 의견을 제시하여 2010년 원자력안전종합계획에 반영
- 2011년 07월 IRRS(통합규제검토서비스) 수검에서 IAEA 지침(NS-G-2.10, 2003년)에 따른 평가항목 확대 법제화를 약속

# IV. 평가항목 변화

- 2013년 3월 개정된 IAEA PSR 지침(SSG-25)을 반영하여 안전 문화가 포함된 14개 평가항목을 확대하는 원자력안전법 시행령 및 시행규칙의 일부 개정 안건이 24회 원자력안전위원회에서 의결
  - 추진경위
    - 2014.04.11 : 원자력안전법 시행령 개정안 안건상정 및 원자력안전위원회 심의. 의결
    - 2014.04.22~06.03 : 원자력안전법 시행령 개정안 입법예고
    - 2014.10.17 : 규제심사 완료
    - 2014.11.03 : 법제처 심사 완료
    - 2014.11.06 : 차관회의
    - 2014.11.11 : 국무회의
    - 2014.11.24 : 원자력안전법 시행규칙 시행



# IV. 평가항목 변화

- 부칙<제25747호, 2014.11.19.>
  - 제1조(시행일) 이 영은 2014년 11월 22일부터 시행한다.
  - 제2조(주기적 안전성평가에 관한 경과조치)
    - 이 영 시행 전에 제36조제2항 및 제4항에 따른 **평가기준일**이 도래한 원자로시설에 대해서는 제37조의 개정규정에도 불구하고 종전의 규정에 따른다.

# IV. 평가항목 변화

| Areas  | 50-SG-O12(1994)   | SSG-25(2013)  |
|--|---|---|
| Plant<br>(발전소)   | ① Actual physical condition of the Nuclear power plant (원전의 실제 물리적 상태)            | ① Plant design(발전소 설계)  |
|  |   | ② Actual condition of structures, systems and components (SSCs) important to safety (안전에 중요한 계통, 구조물 및 기기의 실제 상태) |
|  | ③ Equipment qualification(기기검증)   | ③ Equipment qualification (기기검증)  |
|  | ④ Management of Ageing(경년열화)  | ④ Ageing (경년열화)   |
| Safety analysis<br>(안전성 분석)                            | ② safety analysis (안전성 분석)  | ⑤ Deterministic safety analysis (결정론적 안전성 분석)   |
|  |   | ⑥ Probabilistic safety assessment (확률론적 안전성 분석)   |
|  |   | ⑦ Hazard analysis (위해도 분석)  |
| Performance and feedback of experience<br>(성능 및 경험 반영) | ⑤ Safety performance (안전 성능)  | ⑧ Safety performance (안전 성능)  |
|  | ⑥ Use of experience from other plants and research findings (타 원전의 경험 및 연구결과의 활용) | ⑨ Use of experience from other plants and research findings (타 원전의 경험 및 연구결과의 활용)                                 |
| Management<br>(관리)                                     | ⑧ Organization and administration (조직 및 행정)                                       | ⑩ Organization, the management system and safety culture (조직, 관리체계 및 안전문화)  |
|  | ⑦ Procedures (절차서)  | ⑪ Procedures (절차서)  |
|  | ⑨ Human factors (인적요소)  | ⑫ Human factors (인적요소)  |
|  | ⑩ Emergency planning (비상계획)   | ⑬ Emergency planning (비상계획)   |
| Environment<br>(환경)                                    | ⑪ Environmental impact(환경 영향)   | ⑭ Radiological impact on the environment (방사선 환경 영향)  |

# IV. 평가항목 변화

| 개 정 전                       | 현 행                                 |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| 원자로시설의 평가 당시의 물리적 상태에 관한 사항 | 원자로시설의 설계에 관한 사항                    |
|                             | 안전에 중요한 계통 · 구조물 · 기기의 실제 상태에 관한 사항 |
| 안전성 분석에 관한 사항               | 결정론적 안전성분석에 관한 사항                   |
|                             | 확률론적 안전성평가에 관한 사항                   |
|                             | 위해도 분석에 관한 사항                       |
| 조직 및 행정                     | 조직, 관리체계 및 안전문화                     |

# IV. 평가항목 변화

| 개 정 전   | 현 행   |
|---|---|
| <p>1. 원자로시설 평가 당시의 물리적 상태에 관한 사항: 원자로시설의 평가 당시 물리적인 상태를 파악하고 현재 유효한 기록이 원자력발전소의 상태를 정확히 나타내고 있는지를 확인하는 것으로 다음 각 목의 사항을 포함하고 있을 것</p> <p>가. 계통·기기·구조물의 기능을 확인하기 위한 시험결과</p> <p>나. 계통·기기·구조물의 검사결과 및 보수기록</p> <p>다. 계통·기기·구조물에 대한 현재의 물리적 상태</p> <p>라. 원자로시설의 운영에 이용할 수 있는 발전소 내·외의 지원시설</p> <p>마. 인구밀도·산업시설 및 교통시설(공항·도로 및 철도 등)을 포함한 원자로시설 주변의 특성</p> | <p>1. 원자로시설의 설계에 관한 사항: 원자로시설의 평가 시점에서 유효한 기준에 따라 설계(설계문서를 포함한다)되었는지를 확인하는 것으로 다음 각 목의 사항을 포함하고 있을 것</p> <p>가. 안전에 중요한 구조물·계통 및 기기의 목록 및 등급분류</p> <p>나. 설계 문서(원본 및 개정본)</p> <p>다. 원자로시설 설계 시 적용한 기술기준과 현행 기술기준과의 차이</p> <p>라. 심층방어 측면에서 취약하다고 확인된 사항이 안전에 미치는 영향</p> <p>마. 인구밀도·산업시설 및 교통시설(공항·도로 및 철도 등)을 포함한 원자로시설 주변의 특성</p> <p>2. 안전에 중요한 구조물·계통 및 기기의 실제 상태에 관한 사항: 안전에 중요한 구조물·계통 및 기기의 실제 상태가 현재부터 다음 주기적 안전성평가 시점까지 설계요건을 만족하며, 그 내용이 문서화되어 있음을 확인하는 것으로 다음 각 목의 사항을 포함하고 있을 것</p> <p>가. 안전에 중요한 구조물·계통 및 기기의 건전성 및 기능 수행능력에 관한 정보</p> <p>나. 안전에 중요한 구조물·계통 및 기기의 현재 상태와 진행 또는 예상되는 경년열화(경년열화: 시간경과 또는 사용에 따라 원자력발전소의 계통·구조물·기기의 손상을 가져올 물리적 또는 화학적 과정을 말한다)에 관한 정보</p> <p>다. 안전에 중요한 구조물·계통 및 기기의 기능 수행능력을 확인하기 위한 시험결과</p> <p>라. 안전에 중요한 구조물·계통 및 기기의 검사결과 및 보수기록</p> <p>마. 안전에 중요한 구조물·계통 및 기기에 대한 운전이력과 현재 상태</p> <p>바. 보수 및 수리 작업장을 포함한 발전소 내·외의 지원시설 현황</p> |

# IV. 평가항목 변화

| 개 정 전  | 현 행   |
|--|---|
| <p>2. 안전성 분석에 관한 사항: 원자로시설 평가 당시의 상태 및 평가기준일부터 10년 후까지의 상태를 고려하고 현행 분석방법 및 안전기준과 지식을 적용하여 기존 안전성분석이 어느 정도의 타당성을 유지하고 있는지를 확인하는 것으로 다음 각 목의 사항을 포함하고 있을 것</p> <p>가. 원자로시설의 기존 안전성분석을 위하여 가정한 초기사고와 해석방법 및 코드의 최신 기준과의 비교</p> <p>나. 사고 상태에서의 방사선선량과 방출제한치</p> <p>다. 운전원이 취하여야 할 조치, 공통원인사고, 교차결합효과, 단일고장기준, 다중성, 다양성 및 독립성 등의 안전성분석에 관한 규제 원칙</p> <p>라. 발전소 수명기간 동안 1회 이상 발생될 것으로 예상되는 각종 운전상태</p> <p>마. 태풍·홍수·단층·지진 등을 포함한 원자로 시설 부지 주변의 자연현상 특성, 기상조건 및 인구분포</p> | <p>3. 결정론적 안전성분석에 관한 사항: 안전에 중요한 구조물·계통 및 기기의 실제 상태, 다음 주기적 안전성평가 시점에서의 예상 상태 및 현행 결정론적 안전성분석방법과 기술기준을 고려하여 기존의 결정론적 안전성분석이 타당성을 유지하고 있는지를 확인하기 위한 것으로 다음 각 목의 사항을 포함하고 있을 것</p> <p>가. 기존의 결정론적 안전성분석을 위하여 가정한 초기사건, 해석방법 및 컴퓨터 코드와 현행 기술기준과의 비교</p> <p>나. 정상 및 사고조건에서의 방사선 선량과 방사성물질 방출제한치</p> <p>다. 단일고장기준, 다중성, 다양성 및 독립성 등을 고려한 결정론적 안전성분석 지침</p> <p>라. 발전소 수명기간 동안 1회 이상 발생될 것으로 예상되는 각종 운전상태</p> <p>4. 확률론적 안전성평가에 관한 사항: 원자로시설의 설계와 운전조건 변경사항, 현행 확률론적 안전성평가방법, 운전정보 및 기술을 고려하여 기존의 확률론적 안전성평가가 타당성을 유지하고 있는지를 확인하는 것으로 다음 각 목의 사항을 포함하고 있을 것</p> <p>가. 기존의 확률론적 안전성평가에서 고려된 가정사항과 가상 초기사건, 평가방법론 및 컴퓨터 코드에 대해 현행 기술과의 비교 상태 및 원자로시설의 현재 반영 상태</p> <p>나. 운전원이 취하여야 할 조치, 공통원인사고, 상호 영향, 다중성 및 다양성 등을 고려한 확률론적 안전성평가 지침</p> <p>다. 설계기준사고 및 설계기준사고를 초과하는 사고에 대한 사고관리계획과 확률론적 안전성평가 모델 및 결과와의 연계성</p> <p>라. 확률론적 안전성평가 결과로 도출된 원자로시설의 설계 및 운전 취약점을 제거하기 위한 가능한 대안의 평가 및 비교</p> <p>5. 위험도(危害度) 분석에 관한 사항: 원자로시설의 설계 및 부지특성, 안전에 중요한 구조물·계통 및 기기의 실제 상태, 다음 주기적 안전성평가 시점에서의 예상 상태에 대하여 현행 분석방법 및 기술기준을 고려하여 내·외부 위험에 대한 원자로시설 방호의 타당성을 확인하는 것으로 다음 각 목의 사항을 포함하고 있을 것</p> <p>가. 내부 위험(화재, 침수, 배관 동적거동, 비산물, 증기방출, 살수, 독성 액체 및 기체, 폭발 등) 및 외부 위험(해일을 포함한 홍수, 강풍, 화재, 극한온도, 지진, 화산폭발, 항공기 충돌, 독성 액체 및 기체, 폭발 등)의 예상규모와 발생빈도</p> <p>나. 원자로시설의 상태, 경년열화, 현행 안전기준, 환경영향을 고려하여 수행한 위험도 평가결과</p> <p>다. 내·외부 위험을 예방 또는 완화하기 위한 운전원 조치를 포함한 절차</p> |

# IV. 평가항목 변화

| 개 정 전  | 현 행  |
|--|--|
| <p>8. 조직 및 행정에 관한 사항: 조직과 행정이 원자로시설의 안전운전을 위하여 적절하게 운영되고 있는지를 확인하기 위한 것으로 다음 각 목의 사항을 포함하고 있을 것</p> <p>가. 안전 목표 및 안전 우선원칙 이행을 포함한 안전체제</p> <p>나. 개인과 단체의 역할 및 책임에 관하여 정한 문서</p> <p>다. 원자로시설 운영의 유기적 구성을 유지하기 위한 방법</p> <p>라. 외부 인력 및 전문가 활용을 위한 체제</p> <p>마. 직원의 교육훈련 시설 및 계획</p> <p>바. 독립된 평가자가 포함된 정규 품질보증검사와 품질보증계획</p> | <p>11. 조직, <b>관리체계 및 안전문화</b>에 관한 사항: 조직과 행정이 원자로 시설의 안전운전을 위하여 적절하게 운영되고 있는지를 확인하기 위한 것으로 다음 각 목의 사항을 포함하고 있을 것</p> <p>가. 안전 목표 및 안전 우선원칙 이행을 포함한 안전체제</p> <p>나. 개인과 단체의 역할 및 책임에 관하여 정한 문서</p> <p>다. 원자로시설 운영의 유기적 구성을 유지하기 위한 방법</p> <p>라. 외부 인력 및 전문가 활용을 위한 체제</p> <p>마. 직원의 교육훈련 시설 및 계획</p> <p>바. 독립된 평가자가 포함된 정규 품질보증검사와 품질보증계획</p> <p><b>사. 안전문화에 대한 진단, 분석, 주기적인 평가 및 안전문화 증진을 위한 이행체계</b></p> |

# V. 심사지침서 개선

| 구분                | 세부항목           |                       | 시행규칙 평가항목   |  |
|-------------------|----------------|-----------------------|---|--|
| 1. 발전소 현황         | 1.1 발전소 일반사항   |                       | 1 원자로시설의 설계에 관한사항   |  |
|                   | 1.2 발전소 부지특성   |                       |   |  |
|                   | 1.3 발전소 설계     |                       |   |  |
| 2. 경년열화 및 안전성능 평가 | 2.1 설계특성(일반사항) |                       | 2 안전에 중요한 구조물, 계통 및 기기의 실제상태에 관한 사항<br>7 경년열화에 관한 사항<br>8 안전성능에 관한 사항<br>9 원자력발전소 운전경험 및 연구결과 활용에 관한 사항 |  |
|                   | 2.2 구조물        | 2.2.1 원자로격납건물         |   |  |
|                   |                | 2.2.2 안전관련구조물         |   |  |
|                   | 2.3 원자로        | 2.3.1 원자로압력용기         |   |  |
|                   |                | 2.3.2 원자로 내부 구조물      |   |  |
|                   |                | 2.3.3 제어봉 구동장치        |   |  |
|                   | 2.4 원자로 냉각재계통  | 2.4.1 증기발생기           |   |  |
|                   |                | 2.4.2 가압기             |   |  |
|                   |                | 2.4.3 1차 계통 배관        |   |  |
|                   |                | 2.4.4 원자로냉각재펌프        |   |  |
|                   |                | 2.4.5 지지대 및 배관파단 구속장치 |   |  |
|                   | 2.5 공학적안전설비    | 2.5.1 밸브 및 밸브구동장치     |   |  |
|                   |                | 2.5.2 펌프 그룹           |   |  |
|                   |                | 2.5.3 압력용기 그룹         |   |  |
|                   | 2.6 계측 제어 계통   |                       |   |  |
|                   | 2.7 전력계통       |                       |   |  |
|                   | 2.8 보조계통       | 2.8.1 열교환기            |   |  |
|                   |                | 2.8.2 공기조화설비          |   |  |
|                   |                | 2.8.3 비상디젤발전기         |   |  |
|                   |                | 2.8.4 화재방호설비          |   |  |
|                   | 2.9 동력변환계통     | 2.9.1 2차 계통 배관        |   |  |
|                   |                | 2.9.2 터빈 설비           |   |  |

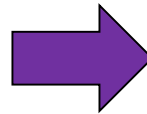
# V. 심사지침서 개선

| 구분                 | 세부항목                 | 시행규칙 평가항목   |
|--------------------|----------------------|---|
| 3. 기기검증            | 3.1 내환경검증            | 6 기기검증에 관한 사항   |
|                    | 3.2 내진검증             |   |
| 4. 방사선 방호 및 폐기물 관리 | 4.1 방사선 관리           | 1 원자로시설의 설계에 관한사항<br>8 안전성능에 관한 사항<br>9 원자력발전소 운전경험 및 연구결과 활용에 관한 사항<br>14 방사성환경영향에 관한 사항 |
|                    | 4.2 방사성폐기물관리         | 1 원자로시설의 설계에 관한사항<br>8 안전성능에 관한 사항<br>9 원자력발전소 운전경험 및 연구결과 활용에 관한 사항<br>14 방사성환경영향에 관한 사항 |
|                    | 4.3 방사선환경영향          | 9 원자력발전소 운전경험 및 연구결과 활용에 관한 사항<br>14 방사성환경영향에 관한 사항                                       |
| 5. 안전성 평가          | 5.1 안전성능지표           | 8 안전성능에 관한 사항<br>9 원자력발전소 운전경험 및 연구결과 활용에 관한 사항   |
|                    | 5.2 안전해석             | 3 결정론적 안전성분석에 관한 사항<br>9 원자력발전소 운전경험 및 연구결과 활용에 관한 사항                                     |
|                    | 5.3 비상운전절차서          | 9 원자력발전소 운전경험 및 연구결과 활용에 관한 사항<br>10 운영 및 보수 등의 절차서에 관한 사항                                |
|                    | 5.4 확률론적 안전성 분석(PSA) | 4 확률론적 안전성분석에 관한 사항   |
|                    | 5.5 위해도 분석           | 5 위해도 분석에 관한 사항   |
| 6. 발전소 운영          | 6.1 조직 및 행정          | 9 원자력발전소 운전경험 및 연구결과 활용에 관한 사항<br>11 조직, 관리체계 및 안전문화에 관한 사항                               |
|                    | 6.2 절차서              | 9 원자력발전소 운전경험 및 연구결과 활용에 관한 사항<br>10 운영 및 보수 등의 절차서에 관한 사항                                |
|                    | 6.3 인적요소             | 9 원자력발전소 운전경험 및 연구결과 활용에 관한 사항<br>10 운영 및 보수 등의 절차서에 관한 사항<br>12 인적요소에 관한 사항              |
|                    | 6.4 비상계획             | 9 원자력발전소 운전경험 및 연구결과 활용에 관한 사항<br>13 비상계획에 관한 사항  |



# V. 심사지침서 개선

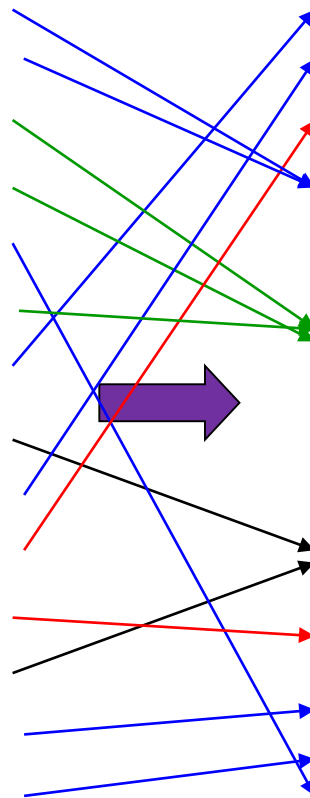
|                  |                |                      |
|------------------|----------------|----------------------|
| 1. 발전소 현황        | 1.1 발전소 일반사항   |                      |
|                  | 1.2 발전소 설계     |                      |
| 2. 경년열화 및 안전성 평가 | 2.1 설계특성(일반사항) |                      |
|                  | 2.2 구조물        | 2.2.1 원자로격납건물        |
|                  |                | 2.2.2 안전관련구조물        |
|                  | 2.3 원자로        | 2.3.1 원자로압력용기        |
|                  |                | 2.3.2 원자로 내부 구조물     |
|                  |                | 2.3.3 제어봉 구동장치       |
|                  | 2.4 원자로 냉각재계통  | 2.4.1 증기발생기          |
|                  |                | 2.4.2 가압기            |
|                  |                | 2.4.3 1차 계통 배관       |
|                  |                | 2.4.4 원자로냉각재펌프       |
|                  |                | 2.4.5 지지대 및 배관파단구속장치 |
|                  | 2.5 공학적안전 설비   | 2.5.1 밸브 및 밸브구동장치    |
|                  |                | 2.5.2 펌프 그룹          |
|                  |                | 2.5.3 압력용기 그룹        |
|                  | 2.6 계측 제어 계통   |                      |
|                  | 2.7 전력계통       |                      |
|                  | 2.8 보조계통       | 2.8.1 열교환기           |
|                  |                | 2.8.2 공기조화설비         |
|                  |                | 2.8.3 비상디젤발전기        |
|                  |                | 2.8.4 화재방호설비         |
|                  | 2.9 동력변환계통     | 2.9.1 2차 계통 배관       |
|                  |                | 2.9.2 터빈 설비          |



|                |                  |                      |
|----------------|------------------|----------------------|
| 1. 발전소 설계      | 1.1 발전소 일반사항     |                      |
|                | 1.2 발전소 설계       |                      |
| 2. 구조물·계통 및 기기 | 1.3 설계특성         |                      |
|                | 2.1 구조물          | 2.1.1 원자로격납건물        |
|                |                  | 2.1.2 안전관련구조물        |
|                | 2.2 원자로          | 2.2.1 원자로압력용기        |
|                |                  | 2.2.2 원자로 내부 구조물     |
|                |                  | 2.2.3 제어봉 구동장치       |
|                | 2.3 원자로 냉각재계통    | 2.3.1 증기발생기          |
|                |                  | 2.3.2 가압기            |
|                |                  | 2.3.3 1차 계통 배관       |
|                |                  | 2.3.4 원자로냉각재펌프       |
|                |                  | 2.3.5 지지대 및 배관파단구속장치 |
|                | 2.4 공 학 적 안 전 설비 | 2.4.1 밸브 및 밸브구동장치    |
|                |                  | 2.4.2 펌프 그룹          |
|                |                  | 2.4.3 압력용기 그룹        |
|                | 2.5 계측 제어 계통     |                      |
|                | 2.6 전력계통         |                      |
|                | 2.7 보조계통         | 2.7.1 열교환기           |
|                |                  | 2.7.2 공기조화설비         |
|                |                  | 2.7.3 비상디젤발전기        |
|                |                  | 2.7.4 화재방호설비         |
|                | 2.8 동 력 변 환 계통   | 2.8.1 2차 계통 배관       |
|                |                  | 2.8.2 터빈 설비          |

# V. 심사지침서 개선

|           |                      |
|-----------|----------------------|
| 3. 기기검증   | 3.1 내환경검증            |
|           | 3.2 내진검증             |
| 4. 방사선 방호 | 4.1 방사선 관리           |
|           | 4.2 방사성폐기물관리         |
|           | 4.3 방사선환경영향          |
| 5. 안전성 평가 | 5.1 안전성능지표           |
|           | 5.2 안전해석             |
|           | 5.3 비상운전절차서          |
|           | 5.4 확률론적 안전성 분석(PSA) |
|           | 5.5 위험도 분석           |
| 6. 발전소 운영 | 6.1 조직 및 행정          |
|           | 6.2 절차서              |
|           | 6.3 인적요소             |
|           | 6.4 비상계획             |



|                      |  |
|----------------------|--|
| 3. 결정론적 안전성분석        | 3.1 안전해석                                   |
| 4. 확률론적 안전성평가        | 4.1 확률론적 안전성 분석(PSA)                       |
| 5. 위험도 분석            | 5.1 위험도 분석                                 |
| 6. 기기검증              | 6.1 내환경검증<br>6.2 내진검증                      |
| 7. 경년열화              | 7.1 경년열화                                   |
| 8. 안전성능              | 8.1 발전소 안전성능<br>8.2 방사선 방호<br>8.3 방사성폐기물관리 |
| 9. 운전경험 및 연구결과 활용    | 9.1 운전경험 및 연구결과 활용                         |
| 10. 운영 및 보수 등의 절차서   | 10.1 절차서<br>10.2 비상운전절차서                   |
| 11. 조직, 관리체계 및 안전 문화 | 11.1 조직, 관리체계 및 안전문화                       |
| 12. 인적요소             | 12.1 인적요소                                  |
| 13. 비상계획             | 13.1 비상계획                                  |
| 14. 방사선환경영향          | 14.1 방사선환경영향                               |

- 한수원의 주기적 안전성평가 보고서 개선 예정(6개월간 협의)
  - 차기 제출예정인 고리 3, 4 호기 및 한빛 3,4 호기

# V. 심사지침서 개선



## 주기적안전성평가 세부심사지침 한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

|      |   |
|------|---|
| 주관부서 | 기술안전부   |
| 지원부서 | 기술안전부, 기획관리처, 연구개발처, 안전기획처, 안전관리처, 안전교육처, 안전문화처, 안전협력처, 안전지원처, 안전정보처, 안전연구처, 안전조사처, 안전평가처, 안전개선처, 안전협력처, 안전지원처, 안전정보처, 안전연구처, 안전조사처, 안전평가처, 안전개선처 |

### 7.1 경년열화 평가 및 관리

#### 1. 검토범위

본 안전평가지침은 원자력안전법 시행규칙 제20조(주기적 안전성평가의 제7호인 "경년열화에 관한 사항"을 검토하기 위한 것이다. 요구되는 안전여기 위하여 안전에 중요한 구조물·계통 및 기기(Structure System Component) 상태와 진행 또는 예상되는 경년열화가 효과적으로 관리되고 있는지의 여부와 발전소 안전운전을 위하여 적절한 경년열화관리계획이 수립되어 있는지를 다음 사항을 검토한다.

- 가. 경년열화평가 대상기기 선정기준 및 평가방법
- 나. 평가대상 SSC 경년열화현상 분석
- 다. SSC 기능, 안전여유도, 성능미달시점 및 미래상태 예측
- 라. SSC 경년열화 완화대책 및 관리계획

#### 2. 검토기준

원자력안전법 시행령 제30조(주기적안전성평가의 내용) 제1항 제7호에서 규정 안전성평가의 내용에 경년열화(경년열화: 시간경과 또는 사용에 따라 원자력물·계통·기기의 손상을 가져올 물리적 또는 화학적 과정을 포함)에 관한 사항이다. 경년열화평가 대상기기의 선정기준 및 평가방법을 포함한 경년열화관련 검토한다.

가. 경년열화평가 대상기기 선정기준 및 평가방법  
원자력안전법 시행령 제30조(주기적안전성평가의 방법 및 기준) 제1항 제4항과 같이 경년열화평가는 안전성평가 당시 해당 원자력시설에 유효한 기술도록 한다. 경년열화 평가를 위한 대상설비 분류, 대상설비 선정기준 검토는 원자력(원자력시설 등의 기술기준에 관한 규칙) 제1장 "안전설비", "안전

#### 3. 검토절차

경년열화평가 대상기기의 선정기준 및 평가방법을 포함한 경년열화관련 검토절차는 다음과 같다.

- 가. 경년열화평가 대상기기 선정기준 및 평가방법  
경년열화평가 대상기기 선정기준과 관련하여 원자력안전위원회 원자력시설 등의 기준에 관한 규칙에서 기술하고 있는 안전등급(안전등급 1, 2 및 3)에 영향을 줄 수 있는 비안전등급에 해당하는 구조물·계통 및 기기를 평가대상 설비에 포함하여야 한다. 경년열화 평가는 대상기기의 현재 물리적 상태 및 경년열화를 적절히 평가하는지를 하며, 국내외 운전경험 및 연구결과 등을 적절히 반영하고 있는지 확인한다.
- 경년열화 세부평가를 위해 평가대상 SSC의 설계, 제작, 설계변경, 시험, 검사, 정비·자료분석 및 현장점검이 적절히 수행되었는지를 확인한다.

- 나. 평가대상 SSC 경년열화현상 분석  
경년열화현상 분석은 평가대상 SSC별로 발생 가능한 경년열화기구가 적절히 도출되지 검토한다. 이때 경년열화기구별 정의 및 발생환경, 해당 SSC의 경년열화기구별 발생·노출여부를 확인하고, 해당 SSC에 대한 국내외 손상 및 연구사례가 적절히 포함되었는지 검토한다.
- IAEA SSG-25에서 제시한 바와 같이 설비의 상태를 정확히 나타낼 수 있는 성능지수 기류가 유지되고 있는지 확인하고, 이를 바탕으로 SSC별 사용환경 및 경년열화현상 분석·적절한지 검토한다.

- 다. SSC 기능, 안전여유도, 성능미달시점 및 미래상태 예측  
SSC 기능, 안전여유도, 성능미달시점 및 미래상태 예측관련 평가대상 SSC가 다양한 열화기구로부터 기능 및 안전여유도 유지여부와 성능미달시점을 평가하고 미래상태 예측의 적절성을 검토한다.
- 평가대상 SSC별 발생 가능한 경년열화기구 선정의 적절성, 경년열화기구의 발생·평가대상 SSC의 운전조건 분석결과에 따른 자기 주기적안전성평가 시기를 포함한 운전기간동안의 기능유지 가능성 평가, 요구되는 안전여유도 확인과 SSC의 건전성 평가의 상, 안전여유도가 부족하다고 평가되는 경우 SSC의 성능미달시점 및 미래상태 예측 등 건전성 확보방안 제시 등의 사항을 검토한다.
- IAEA SSG-25에서 제시한 바와 같이 설계 SSC의 안전여유도 및 지배적인 경년열화 및 현상이며, SSC별 기준자료(Baseline Data)와 운영자료 가용성 및 이를 기반으로한 성능미달시점 및 미래상태 예측의 적절성을 평가한다.
- 운전수명 기간동안 안전에 중요한 SSC에 대하여 요구되는 안전여유도가 유지됨을 보기 위해 점검, 보수, 화학제어 및 운전경험 등이 반영된 모든 활동으로 구성된 종합적인 경년열화 관리계획과 이를 운영하기 위한 제제미인 여부를 아래항목과 연계해서 검토한다.

- 라. SSC 경년열화 완화대책 및 관리계획  
SSC 경년열화 완화대책 및 관리계획 관련 경년열화현상 분석, 경년열화평가 결과를 토대로 평가대상인 SSC의 경년열화를 완화하고 관리하기 위한 프로그램이 수립되어 있는지를 확인한다. 발전소별로 경년열화관리를 위하여 적용되고 있는 경년열화 프로그램의 적절성을 확인하고, 필요한 경우 평가대상 SSC의 효과적인 경년열화관리를 위한 보완필요사항을 검토한다.
- 경년열화 관리계획에는 경년열화 관리방법론, 관련 경년열화 현상의 이해, 각 SSC별 허용 기준, 성능미달 SSC의 성능확보 방안 및 계획, 경년열화 감지 및 완화방법과 SSC에 대한 설계 상태 등을 포함하여야 한다.

#### 4. 검토결과

원자력안전법 시행규칙 제20조(주기적안전성평가의 세부내용)의 "경년열화에 관한 사항"에서 기술하고 있는 경년열화평가 대상기기 선정기준 및 평가방법, 평가대상 SSC 경년열화현상 분석, SSC 기능, 안전여유도, 성능미달시점 및 미래상태 예측, SSC 경년열화 완화대책 및 관리계획이 적절하며 이에 대한 적절한 요약 서술을 포함하는지에 대해 해당 검토보고서에 기술한다.

#### 5. 이행

원전운영자가 허용 가능한 다른 방법을 제안하는 경우를 제외하고는 본 지침에 따라 검토한다.

#### 6. 참고문헌

1. ASME B&PV Code, Section. III, Division 1, Appendix W, "Environmental Effects on Components", 2009
2. NUREG-1800, "Standard Review Plan for Review of License Renewal Applications for Nuclear Power Plants."
3. NUREG-1801, "Generic Aging Lessons Learned (GALL) Report."
4. IAEA Specific Safety Guide No. SSG-25, "Periodic Safety Review for Nuclear Power Plants"

# V. 심사지침서 개선



## 주기적안전성평가 세부심사지침

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

주관부서

지원부서

### 8.1 발전소 안전성능

#### 1. 검토범위

발전소 안전성능분야는 원자력안전법 시행규칙 제20조(주기적 안전성평가)에 “안전성능에 관한 사항”에 따라 발전소의 안전성능에 관한 안전성능이 적절하게 유지 및 관리되고 있는가를 평가하는데 있다. 관련하여 일반심사지침 3.8 “안전성능에 관한 사항”에서 기술하고 위하여 다음의 사항을 고려해야 한다.

- (1) 안전관련 사건의 분류 및 근본원인 분석결과 반영 체계
  - 아차사해 및 기기·설비고장 등을 포함한 안전과 관련된 사건을 포괄적으로 관리하고, 실제 발생한 안전과 관련된 운전경험 자료 선별 및 분석
- (2) 보수, 시험 및 검사를 포함한 안전과 관련된 운전경험 자료 선별 및 분석
  - (제동평가, 기계재료평가, 안전평가, 계속전기평가, 구조부지평가, 안전평가) 해당내용 추가 및 보완 필요
  - 정비 및 보수, 검사 그리고 시험의 선별 및 기록
  - 노후 또는 고장에 따른 안전과 관련된 중요 구조물, 계통 및 기타 시설의 선별 및 기록
  - 안전과 관련된 운전변수의 선별 및 기록
- (3) 안전관련 운전자료에 대한 경향 분석 및 안전계통의 이용가능도
  - (제동평가, 기계재료평가, 안전평가, 계속전기평가, 구조부지평가, 안전평가) 해당내용 추가 및 보완 필요
  - 노후 또는 고장에 따른 안전과 관련된 중요 구조물, 계통 및 기타 시설의 선별 및 기록
  - 정비 및 보수, 검사 그리고 시험과 관련된 운전자료 경향분석
  - 안전과 관련된 운전변수에 대한 경향분석
  - 안전과 관련된 계통의 이용가능도



## 주기적안전성평가 세부심사지침

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

주관부서

지원부서

### 9.1 운전경험 및 연구결과의 활용

#### 1. 검토범위

본 검토의 목적은 원전운영자에 의해 자체 및 타 원자력발전소의 운전경험 관련 연구결과가 적절히 수집, 분석, 관리되도록 체계를 수립하고, 해당 체계를 실제적인 안전성향상을 위해 적절하게 활용할 수 있도록 반영체계를 확인하는 것이다. 검토범위는 원자력안전법 시행규칙 제20조(주기적 안전성평가) 제1항제9호 “원자력발전소 운전경험 및 연구결과의 활용에 관한 사항”에 따라 다음의 평가요소를 대상으로 한다.

- 원자로시설의 운전경험·연구 결과의 반영을 위한 계획 및 체계의 적절성
- 원자로시설의 운전경험·연구 결과의 반영 및 조치방안 이행계획 및 이행 실적

운전경험 및 연구결과의 활용 결과 및 계획에 관한 세부사항은 다른 주기적 안전성평가 항목에 포함되므로, 이들 각각의 적절성에 대해 평가는 해당항목의 개별적으로 평가한다. 따라서 지원부서 검토자는 각 관련분야 운전경험 및 연구결과의 활용에 대한 평가한다.

#### 2. 검토기준

원자력안전위원회 규칙 제15호 “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” (별첨)에서는 운전경험자료를 수집, 분석, 관리하고, 분석결과를 설비, 안전성 향상 및 교육훈련에 반영할 것을 요구하고 있다. 또한, 원자력안전위원회 고시 “원자력안전시설의 사고·고장 발생시 보고·공개 규정” 제13조 1항에서는 발전소



## 주기적안전성평가 세부심사지침

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

|      |                  |
|------|------------------|
| 주관부서 | 통계평가실<br>계속전기평가실 |
| 지원부서 | 안전정책팀            |

### 11.1 조직, 관리체계 및 안전문화

#### 1. 검토범위

##### 검토범위

운영 조직, 관리체계, 그리고 조직의 안전문화가 원전의 안전 운영을 보증하기 위해 적절하고 효과적인지를 검토한다. 주요 검토는 원자력안전법 시행규칙 제20조(주기적 안전성평가) 제1항제9호 “원자력발전소 운전경험 및 연구결과의 활용에 관한 사항”을 포함하여 제11호 “조직, 관리체계 및 안전문화에 관한 사항”에서 명시하고 있는 다음의 항목을 대상으로 한다.

- (1) 안전목표 및 안전 우선원칙 이행을 포함한 안전체계
- (2) 문서화된 개인과 단체의 역할 및 책임
- (3) 원자로 시설의 운영의 유기적 구성을 유지하기 위한 방법
- (4) 외부 인력 및 전문가활용을 위한 체계
- (5) 직원의 교육훈련 시설 및 계획
- (6) 독립된 평가자가 포함된 정규 품질보증간사와 품질보증계획
- (7) 안전문화에 대한 진단, 분석, 주기적인 평가 및 안전문화 증진을 위한 이행체계

#### 2. 검토기준

조직, 관리체계 및 안전문화에 관한 사항은 본 주기적안전성평가 일반심사지침의 3.8 “조직, 관리체계 및 안전문화에 관한 사항”에서 제시된 평가범위 및 방법을 참조한다. 단, 해당 원전에 대한 최초 주기적안전성평가가 아닌 경우에는 이전의 평가 결과와 제기된 취약점에 대한 조치사항을 검토한다. 운전경험 및 연구결과의 활용과 관련해서는 원자력안전법 시행규칙 제20조에 따른 주기적안전성평가 일반심사지침 3.6 “원자력발전소 운전경험 및 연구결과의 활용에 관한 사항”을 참조한다. 조직행정 분야의 세부 적절성은 ANSI/ANS-3.1을 비롯하여 해외의 연구경험들을 참조하여 검토한다. 안전문화와 관리체계 분야의 세부 적절성은 IAEA GS-G-3.1, GS-G-3.5, US NRC NUREG-2165를 비롯하여 해외의 연구 경험들을 참조하여 검토한다.

# V. 심사지침서 개선

## ● 7.1 경년열화 평가 및 관리

### ■ 검토범위

- 요구되는 안전여유도를 유지하기 위하여 안전에 중요한 구조물 · 계통 및 기기 (Structure System Component, SSC)의 현재 상태와 **진행 또는 예상되는 경년열화가 효과적으로 관리**되고 있는지의 여부와 향후 원자력발전소 안전운전을 위하여 적절한 **경년열화관리계획이 확립**되어 있는지를 확인

가. 경년열화평가 대상기기 선정기준 및 평가방법

나. 평가대상 SSC 경년열화현상 분석

다. SSC 기능, 안전여유도, 성능미달시점 및 미래상태 예측

라. SSC 경년열화 완화대책 및 관리계획

# V. 심사지침서 개선

## ● 8.1 발전소 안전성능

### ■ 검토범위

- 발전소의 안전성능에 관한 기록을 조사/분석하여 안전성능이 적합하게 유지 및 관리되고 있는가를 평가

가. 안전관련 사건의 분류 및 근본원인 분석결과의 이행 체계

나. 보수, 시험 및 검사를 포함한 안전과 관련된 운전자료 선별 및 기록 방법

다. 안전관련 운전자료에 대한 경향 분석 및 안전계통의 이용불능도

라. 안전성능지표에 대한 분석

# V. 심사지침서 개선

- 9.1 운전경험 및 연구결과의 활용

- 검토범위

- 원자력발전소의 운전경험과, 원전 안전성과 관련된 연구결과가 적절히 수집, 분석, 관리되도록 체계를 수립하고, 해당 원자로시설의 합리적이고 실질적인 안전성향상을 위해 적합하게 활용할 수 있도록 반영체계가 수립되어 있음을 확인

# VI. 정리

- 심사지침서를 14개 평가항목으로 재구성
  - 발전소설계, 확률론적 안전성평가, 위해도평가
  - **안전문화**는 기존 심사지침서 내용에 추가 기술
  - 7장 경년열화 및 9장 운전경험 및 연구결과 활용은 기본적인 내용을 수록
    - 7장 경년열화의 상세내용은 2장 구조물 계통 및 기기에 기술
    - 9장 운전경험 및 연구결과 활용의 상세내용은 심사지침서 각 장에 기술
  - 8.1 발전소 안전성능은 원자력안전법 시행규칙 내용을 반영하기 위해 심사지침서 내용을 보완