

2003 춘계학술발표회 논문집  
원자력학회

## 주기적안전성평가에서 방사선방호분야 평가대상 검토

### Review for Evaluation Item of Radiation Protection in Periodic Safety Review

양양희\*, 김범년, 이형석, 김은주

한국전력공사 전력연구원  
대전광역시 유성구 문지동 103-16

#### 요 약

주기적안전성평가(Periodic Safety Review)는 가동원전에 대하여 운영허가일로부터 10년 주기로 수행하도록 원자력법시행령에서 제42조의2에 규정되어 있다. 원자력법 시행규칙 제19조의2에서는 주기적안전성평가의 세부내용을 안전인자별로 기술하고 있으며 이중 방사선방호 평가분야는 현행 기술기준에 근거하여 방사선관리 전반에 대해 안전성을 확인하는 것이다. 본 논문의 목적은 국내에서 처음으로 수행되는 주기적안전성평가 보고서에 관련 법령이 방사선관리분야의 평가에서 적절히 반영되고 있는지를 검토하였다. 이를 위해 주기적안전성평가와 관련한 국내 법령을 확인하고 이들 내용이 주기적안전성평가 보고서에 적절히 반영되고 있음을 비교, 분석하였다.

#### Abstract

Periodic Safety Review(PSR) is considered to be the measure to obtain overall view of actual plant safety, to determine necessary or worthwhile change that should be made in order to maintain a high level of safety and to improve the safety of older nuclear power plant(NPP) to level comparison with that of modern plants. According to the nuclear power law, PSR must be applied to operating NPPs. Evaluation item for PSR is composed of 11 factors in NPP's laws of Korea. The object of Radiation safety performance that one between 11 factors is to determine whether radiation safety performance in a NPP is to identify changing inclination through investigation and analysis relevant to records of radiation dose and radioactive effluents.

The object of this paper is to review whether NPP laws associated with radiation protection could be applied to PSR report. For this purpose, domestic NPP laws related on PSR was investigated and made comparison with items of PSR report.

#### 1. 개 요

주기적안전성평가는 가동중인 원자력발전소가 사용기간 동안 안전성을 유지하기 위하여 현재의 유효한 기술기준과 관행의 관점에서 안전한지와, 또한 안전성을 유지하기 위해 적절한 대책이 이행되고 있는가를 일정한 주기로 수행하는 종합적인 안전성 평가활동을 의미한다. 국제원자력기구의 국제 원자력안전협약 제14조에 따르면 “원자력시설의 건설 및 시운전 그리고 시설의 수명기간 동안 포괄적이고 체계적인 안전성평가를 시행하여야 하며 이러한 평가는 운전경험과 중요한 최신 안전정보를 지속적으로 반영하여야 함”을 명시하고 있다. 국제원자력기구의 안전협약 체결국인 우리나라는 주기적안전성평가를 원자력법 제23조 3항[1]에 따라 시행하고 있다. 따라서 10년 주기

로 가동중인 원전에 대해 안전성을 종합적으로 평가함으로써 발전소 가동년수 증가에 따른 기능 저하를 사전에 예방하고 기기 건전성과 안전성을 유지시키도록 하고 있다. 주기적안전성평가의 목적은 가동중인 원자력발전소가 현재 이용되고 있는 안전기준과 관행에 비추어 볼 때 안전한지 여부와 이러한 안전을 계속 유지하기위해 원전운영자가 적절한 조치를 취하고 있는가를 종합적인 평가를 통해 안전성을 확인·증진하는데 있다[2].

국제원자력기구에서는 회원국의 경험적 지식과 수차례의 전문가회의에서의 의견을 종합하여 11개의 주기적안전성평가 안전인자를 제시하고 있다. 하지만 우리나라는 원자력법 시행령 제42조의 3에 주기적안전성평가의 평가항목을 11개로 규정되어 있다. 11개의 평가항목 중 방사선방호분야는 대부분 다른 분야의 안전성능인자들과 직·간접적으로 관련되기 때문에 별개의 안전성능인자로 고려하지 않고, 그 대책방안과 유효성을 각 분야에서 상세 사항으로 평가하도록 요구하고 있다. 그러므로 방사선 분야에 대한 평가범위를 선정하는데 있어 범위를 뚜렷이 정하기 어려운 점이 있다. 방사선방호 평가는 발전소내 작업자에 대한 피폭방사선량, 발전소내·외 방사선감시자료 및 방사성물질 방출량에 대한 기록의 조사 및 분석을 통하여 안전성능의 변화경향을 확인하고 차기 주기적안전성평가까지 예측해 보는 것[3]이다.

본 논문의 목적은 원자력법, 시행령, 시행규칙에 규정된 주기적안전성평가의 방사선관리체통의 물리적상태 및 방사선 안전성능평가와 관련된 내용을 확인하고 주기적안전성평가 보고서에 적절히 반영되고 있는지 검토하는데 있다.

## 2. 주기적안전성평가 관련 국내법령

2001년 5월 24일 개정된 원자력법[1]에 원자로 및 관계시설의 안전성을 검토하는 주기적안전성평가에 대한 항목이 추가되었다. 그리고 원자력법 시행령에는 주기적안전성평가의 시기, 내용, 방법, 기준이 제시되어 있다. 주기적안전성평가는 운영허가를 받은 날로부터 10년마다 안전성을 평가하도록 규정되어 있다. 주기적안전성평가의 내용은 다음의 11개 항목으로 세분화하였다.

- 원자로시설의 평가 당시의 물리적 상태에 관한 사항
  - 안전성분석에 관한 사항
  - 기기검증에 관한 사항
  - 경년열화에 관한 사항
  - 안전성능에 관한 사항
  - 원자력발전소 운전경험 및 연구결과의 활용에 관한 사항
  - 운영 및 보수 등의 절차서에 관한 사항
  - 조직 및 행정에 관한 사항
  - 인적요소에 관한 사항
  - 비상계획에 관한 사항
  - 환경영향에 관한 사항
- (그 밖에 과학기술부장관이 필요하다고 인정하는 사항)

주기적안전성평가의 세부내용 및 기준은 원자력법 시행규칙[4]에 제시되어 있다.

### 2.1 방사선방호평가의 세부내용

#### 방사선관리계통 물리적 상태

주기적안전성평가는 원자로시설의 평가 당시 물리적인 상태를 파악하고 현재 유효한 기록이 원자력발전소의 상태를 정확히 나타내고 있는지의 여부를 확인하며 평가내용은 다음과 같다.

- 계통·기기·구조물의 기능을 확인하기 위한 시험결과
- 계통·기기·구조물의 검사 결과 및 보수기록
- 계통·기기·구조물에 대한 현재의 물리적 상태

#### 방사선안전성능

방사선안전분야의 주기적안전성평가는 원자로시설의 안전성능과 운전경험에 관한 기록의 조사 및 분석을 통하여 안전성능의 변화추세 및 경향을 확인하는 것으로 평가내용은 다음과 같다.

- 발전소내 작업자에 대한 피폭방사선량
- 발전소내·외 방사선감시자료
- 방사성물질 방출량에 대한 기록

#### 원자력발전소 운전경험 및 연구결과의 활용

주기적안전성평가는 다른 유사한 원자로시설의 운전경험과 안전성 연구결과가 적절하게 반영되고 있는가를 확인하기 위한 것으로 평가내용은 다음과 같다.

- 원자로시설의 운전경험·연구결과의 반영을 위한 계획 및 체제의 적절성
- 원자로시설의 운전경험·연구결과의 반영 및 조치방안

## 2.2 주기적안전성평가의 기준

영 제42조의4 제4호의 규정에 의한 주기적안전성평가에 적용되는 기준은 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙, 과기부령 제31호에 구체적으로 제시되어 있으며 세부내용은 다음과 같다.

- 원자로시설의 위치에 관한 기술기준: 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제3조 내지 제10조
- 원자로시설의 구조·설비 및 성능에 관한 기술기준: 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제12조 내지 제49조
- 원자로시설의 운영에 관한 기술기준: 원자로시설 등의 기술기준에 관한규칙 제51조 내지 제66조
- 원자로시설의 품질보증에 관한 기술기준: 원자로 시설 등의 기술기준에 관한규칙 제68조 내지 제85조

이러한 규정 외에도 원자로시설은 시간경과에 따라 나타날 수 있는 경년열화현상에 대하여 안전기능을 유지할 수 있어야 하며, 충분한 안전여유도가 확보되어야 한다. 그리고 경년열화관리 계획을 수립·시행하여 계통·기기·구조물의 안전기능과 안전여유도가 보증되도록 하여야 한다. 그리고 이러한 규정에 의한 기술기준중 당해 원자로 시설의 사용목적, 그 원리적 차이 또는 설계의 특성상 당해 원자로 시설에 그대로 적용할 수 없거나 적용하지 아니하더라도 안전상 지장이 없다고 과학기술부장관이 인정하는 경우에는 일부 규정을 적용하지 아니할 수 있다.

표 1에 주기적안전성평가와 관련된 원자력법, 시행령, 시행규칙을 정리하였다.

## 3. 주기적안전성평가보고서

주기적안전성평가 보고서는 관련 법령에서 제시한 평가내용 및 항목이 적절히 반영될 수 있도록 크게 제2절 평가범위 및 방법, 제3절 기술기준, 제4절 평가결과, 제5절 안전성개선으로 나누고 다시 세부평가항목으로 분류하였다[5].

제2절의 평가범위는 원자력법 시행령 제42조의2(주기적안전성평가의 시기), 제42조의3(주기적안전성평가의 내용), 제42조의4(주기적안전성평가의 방법 및 기준), 원자력법 시행규칙 제19조 2(주기적안전성평가의 세부내용), 제19조의 3(주기적안전성평가의 기준)을 근거로 선정하였다. 방사선보호분야의 선정된 주요 항목은 다음과 같다.

- 현재 물리적상태
  - 액체, 기체, 고체 방사성폐기물관리계통
  - 공정 및 유출물 방사선감시계통
  - 고정지역 방사선감시계통
  - 방사선방호 설비/장비

- 안전성능
  - 방사선원 및 계통방사선준위
  - 방사성물질 방출량에 대한 기록
  - 발전소내 작업자에 대한 기록
- ALARA 활동
  - 방사성폐기물 발생량 및 방출량 기록
  - 방사선 피폭에 대한 저감실적 및 사례

방사선방호의 설계 자료와 운영허가일 이후부터 시험, 운전, 정비 등 운영 자료를 참조하고 유효한 기술기준을 근거로 하여 방사선관리계통에 대한 현재 물리적 상태, 안전성능 및 ALARA활동에 대해 확인하고 평가하였다. 이를 위해 사용된 평가방법은 다음과 같다.

- 고리 1호기에 적용된 국내법을 포함한 관련 규제요건과 기술기준의 검토
- 국내외 운전경험 및 연구결과 등의 분석 및 반영 필요사항 확인
- 평가대상 선정
- 설계, 시험, 검사 및 보수관련 자료분석
- 유효한 기록이 설비의 상태를 정확히 나타내는 지를 확인
- 발전소 안전성 향상을 위한 개선방안 도출

제3절의 기술기준은 원자력법 시행령 제42조의4(주기적안전성평가의 방법 및 기준) 및 시행규칙 제19조의3(주기적안전성평가의 기준)에 따라 2000년 12월 31일 현재 고리 1호기에 유효한 기술기준을 확인하고 이를 평가기준으로 활용하였다. 또한 평가의 유연성을 고려하여 평가기준일 이후에 발효된 기술기준도 포함하였다. 기술기준은 법령상의 기술기준, 세부기술기준 및 추가반영 기술기준으로 분류하였으며 세부내용은 다음과 같다.

#### 법령상의 기술기준

- 법적기준: 국내 원자력법, 시행령, 시행규칙, 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙을 기술

#### 세부 기술기준

- FSAR 사항: FSAR에 언급된 참고문헌, 미국의 연방법, Reg. Guide 등의 규제문서, 방사선안전과 관련된 국내 및 국외의 각종 기술규격을 기술
- 행정조치: 과학기술부의 지적 및 권고사항 외에 계통·기기·구조물에 대해 지시된 행정적인 조치 요구사항을 기술
- 규제조치: 계통·기기·구조물과 관련하여 과학기술부로부터 정기검사 및 수시검사시 받은 지적/권고사항을 의미하며 발전소 해당부서와 협조하여 상업운전 이후 해당 발전소에서 수행된 모든 과학기술부 정기 및 수시검사시 받은 지적/권고 사항 및 그 조치결과에 대하여 기술
- 약속사항: 상업운전 이후 계통·기기·구조물과 관련하여 수행된 FSAR 및 운영기술 지침서(Tech.Spec)개정사항을 의미하며 발전소 해당부서와 협조하여 상업운전 이후 해당 발전소에서 수행된 모든 개정사항에 대하여 기술

#### 추가반영 기술기준

- 가동중인 최신 원전의 FSAR에 언급된 참고문헌
- 미국의 연방법, Reg. Guide 등의 규제문서
- 방사선안전과 관련된 국내 및 국외의 각종 기술기준

제4절의 평가결과는 크게 방사성폐기물 및 방사선관리계통의 현재 물리적상태, 안전성능, ALARA 활동과 운전경험 및 연구결과 활용으로 분류하였다.

현재 물리적 상태에서는 방사성폐기물관리계통, 방사선감시계통의 기능적 성능을 확인하고 설계 및 운전특성, 시험·검사 등의 기록, 자료 관리체계 등을 검토하여 현재 유효한 기록이 평가대상 계통의 기능적 성능을 정확히 나타내고 있는 지를 확인하였다.

방사선안전성능 평가에서는 평가대상 방사선원 및 계통방사선준위, 방사성물질 방출량에 대한 기록 및 발전소내 작업자에 대한 피폭방사선량에 대한 기록등을 확인하고 안전성 확보를 위한 관리계획이 적절히 수립되어 있는지를 평가하였다. ALARA활동 평가에서는 ALARA 프로그램 운영 및 사례, 방사성폐기물 발생량 및 방출량 저감, 그리고 방사선피폭에 대한 저감실적 및 사례를 평가하였다.

운전경험 및 연구결과 활용에서는 국내외 발전소의 운전경험, 연구결과 등을 조사 검토하여 해당 호기에 반영되었거나 안전성 개선을 위하여 반영될 필요성이 있는 사항들을 검토하여 기술하였다.

제5절의 안전성 개선사항은 ICRP-60에 맞는 방사선감시계통 경보설정치 재설정, C-14 방출 및 감시방안의 설정등 현안사항 위주로 안전성 개선사항을 도출하였다.

#### 4. 주기적안전성평가 보고서와 시행규칙의 비교

표 3에 주기적안전성평가 보고서의 각 항목과 시행규칙의 내용을 연결하여 나타내었다. 표 3에서 알 수 있듯이 주기적안전성평가 보고서는 시행규칙의 각 규정을 모두 반영하여 구성하였다.

제2절 평가범위는 시행규칙 제19조의 2, 1.다항 “계통, 기기, 구조물에 대한 현재의 물리적상태” 및 시행규칙 제19조의 2, 5.마항 “발전소내 작업자에 대한 피폭방사선량, 발전소내·외방사선감시자료 및 방사성물질 방출량에 대한 기록”에 근거하여 작성하였다. 이와 같이 시행규칙에서 방사선분야는 대부분 다른 분야와는 달리 하나의 안전성능인자로 되어 있지 않고 그 대책방안과 유효성을 각 분야에서 상세 사항으로 평가하도록 요구하고 있다. 또한 구체적인 대상범위를 언급하고 있지 않아 평가범위를 선정하는데 어려운 점이 있다. 주기적안전성평가 보고서에서는 관련 법규와 규정 그리고 미국의 인허가 규정등을 비교하여 방사선방호분야 평가대상 범위 선정기준을 수립하였다[6].

제3절 기술기준은 시행규칙 제19조의 3에 제시된 기술기준에 근거하여 관련 고리 1호기 최종안전성평가 보고서, 행정조치, 규제조치, 약속사항 등을 검토하였으며 참조 발전소의 기술기준과도 검토하였다. 제4절 평가결과 및 제5절 안전성 개선은 19조의 2 및 19조의 3에 제시된 세부내용을 모두 반영하여 작성하였다.

#### 5. 결론

본 논문은 국내에 제시된 관련법령 및 기준내용과 규제기관에 제출된 주기적안전성평가 보고서를 비교, 분석 및 검토하였다. 직접 수행를 통해 얻은 결론은 아래와 같다.

- (1) 방사성폐기물관리 및 방사선방호에 대한 원자력법, 시행령, 시행규칙등 관련 법령에서 요구하는 주기적안전성평가의 내용을 살펴보았다.
- (2) 그 결과 국내법령에 제시된 주기적안전성평가 관련 내용 및 기준을 주기적안전성평가 보고서에 적절히 반영하고 있다고 할 수 있다.

#### 참고문헌

- [1] 법제처, 법률 제6472호, 원자력법, 2001.5.24.
- [2] 과학기술부, 주기적안전성평가지행지침, 2000.5.25.
- [3] 행정자치부, 대통령령 제17304호, 원자력법 시행령, 2001.7.17.
- [4] 과학기술부, 과학기술부령 제29호, 원자력법 시행규칙, 2001.7.25.
- [5] 한국원자력안전기술원, 가동원전 주기적안전성평가 제도화 방향, 2000.12.12
- [6] 한국수력원자력(주), 고리1호기 주기적안전성평가 보고서, 2002.11.30

표 1. 주기적안전성평가 관련법령

원자력법	시행령	시행규칙
<p>제23조의 3(주기적안전성평가)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 발전용 원자로 시설의 주기적 평가</li> <li>● 평가방법 및 평가내용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 제42조의2(주기적안전성평가의 시기등)</li> <li>● 제42조의3(주기적안전성평가의 내용)               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 원자로시설의 평가 당시의 물리적 상태에 관한 사항</li> <li>5. 안전성능에 관한 사항</li> <li>6. 원자력발전소 운전경험 및 연구결과의 활용에 관한 사항</li> </ol> </li> <li>● 제42조의4(주기적안전성평가의 방법 및 기준)               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 개별적인 평가 및 상호 연관성이 있는 사항에 대한 복합적 평가</li> <li>2. 품질보증 및 방사선방호에 관한 사항</li> <li>3. 종합적인 안전성은 제42조3의 각 항에 대한 평가와 그 평가에 대한 안전조치 결과를 고려하여 평가</li> <li>4. 유효한 기술기준을 활용하여 평가</li> </ol> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 제19조의 2(주기적안전성평가의 세부내용)               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 원자로시설의 평가 당시의 물리적 상태에 관한 사항</li> <li>5. 안전성능에 관한 사항</li> <li>6. 원자력발전소 운전경험 및 연구결과의 활용에 관한 사항</li> </ol> </li> <li>● 제19조의 3(주기적안전성평가의 기준)               <ol style="list-style-type: none"> <li>① 기술기준                   <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 원자로시설의 위치에 관한 기술기준</li> <li>2. 원자로시설의 구조·설비 및 성능에 관한 규칙</li> <li>3. 원자로시설의 운영에 관한 기술기준</li> <li>4. 원자로시설의 품질보증에 관한 기술기준</li> </ol> </li> <li>② 고려사항                   <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 경년열화현상에 대하여 안전기능을 유지, 충분한 안전여유도 확보</li> <li>2. 경년열화계획 수립 및 시행, 계통·기기·구조물의 안전기능과 안전여유도의 보증</li> </ol> </li> </ol> </li> </ul>

표 2. 주기적안전성평가 보고서의 구성

방사성폐기물관리	방사성방호
제1절 개요	제1절 개요
제2절 평가범위 및 방법 2.1 평가범위 2.2 평가방법	제2절 평가범위 및 방법 2.1 평가범위 2.2 평가방법
제3절 기술기준 3.1 법령상의 기술기준 3.2 세부기술기준 3.2.1 FSAR 사항 3.2.2 행정 조치 3.2.3 규제 조치 3.2.4 사업자 약속사항 3.3 추가반영 기술기준	제3절 기술기준 3.1 법령상의 기술기준 3.2 세부기술기준 3.2.1 FSAR 사항 3.2.2 행정 조치 3.2.3 규제 조치 3.2.4 사업자 약속사항 3.3 추가반영 기술기준
제4절 평가결과 4.1 현재 물리적 상태 4.1.1 액체방사성폐기물 관리계통 4.1.2 기체방사성폐기물 관리계통 4.1.3 고체방사성폐기물관리계통 4.1.4 공정 및 유출물 방사선감시계통 4.1.5 방사성폐기물 관리계통 현상태 평가 4.2 안전성능 4.2.1 방사선원 및 계통방사선원 4.2.2 방사성물질 방출량에 대한 기록  4.3 ALARA 활동 4.3.1 방사성 폐기물 저감활동 4.3.2 방사성유출물 저감활동 4.4 운전경험 및 연구결과의 반영 4.4.1 운전경험의 방영 계획/체제의 적절성 및 반영/조치 방안 4.4.2 연구결과의 반영 계획/체제의 적절성 및 반영/조치 방안	제4절 평가결과 4.1 현재 물리적 상태 4.1.1 지역방사선감시계통 4.1.2 방사선방호 장비 및 설비  4.2 안전성능 4.2.1 방사선원 및 계통방사선원 4.2.2 발전소내 작업자에 대한 피폭방사선량 4.2.3 발전소내 방사선감시자료  4.3 ALARA 활동 4.3.1 방사선피폭 저감활동 4.3.2 방사선방호 교육 4.4 운전경험 및 연구결과의 반영
제5절 안전성 개선	제5절 안전성 개선
제6절 결론	제6절 결론

표 3. 주기적안전성평가 평가범위 및 기술기준에 대한 관련법규의 비교

목차	관련시행규칙
제2절 평가범위 및 방법 2.1 평가범위 2.2 평가방법 2.3 적용근거	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 제19조의 2(PSR의 세부내용)               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 원자로시설의 평가당시의 물리적상태에 관한 사항                   <ol style="list-style-type: none"> <li>가. 계통,기기,구조물의 기능을 확인하기 위한 시험결과</li> <li>나. 계통,기기,구조물의 검사결과 및 보수기록</li> <li>다. 계통,기기,구조물의에 대한 현재 물리적 상태</li> </ol> </li> <li>2. 안전성능에 관한 사항                   <ol style="list-style-type: none"> <li>마. 발전소내 작업자에 대한 피폭방사선량, 발전소내외 방사선감시자료 및 방사성물질 방출량에 대한 기록</li> </ol> </li> </ol> </li> </ul>
제3절 기술기준 제3절 기술기준 3.1 법령상의 기술기준 3.2 세부기술기준 3.2.1 FSAR 사항 3.2.2 행정 조치 3.2.3 규제 조치 3.2.4 사업자 약속사항 3.3 참고 기술기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 제19조의 3(PSR의 기준)               <ol style="list-style-type: none"> <li>① 기술기준                   <ol style="list-style-type: none"> <li>2. 구조·설비 및 성능에 관한 규칙</li> <li>3. 운영에 관한 기술기준</li> <li>4. 품질보증에 관한 기술기준</li> </ol> </li> </ol> </li> </ul>