

주기적안전성평가(PSR)를 위한 방사선방호분야 세부평가범위 설정

Establishment of the Detailed Scope on Radiation Protection for the Periodic Safety Review

성기방, 남용재, 임우상, 김성환, 이재성
한수원(주) 원자력환경기술원 엔지니어링지원센터
대전광역시 유성우체국 사서함 149호

요 약

국내 가동원전 주기적안전성평가는 원자력법 시행규칙 19조의 11개 안전인자를 중심으로 매 10년마다 수행되며, 이러한 주기적안전성평가의 수행을 위해 각 부문별로 세부평가범위를 설정할 필요가 있다. 원자력법 시행규칙의 주요평가 항목 중 방사선방호관련 “물리적 현 상태에 관한 사항”의 세부평가범위로 출입관리구역 및 방사선관리구역 운영상태, 방사선감시시스템의 성능, 피폭선량 평가체계, 방사선방호교육 및 ALARA 적용체계 등에 대한 평가범위에 대하여 논하였다. 그리고 방사선 방호관련 “안전성능에 관한 사항”의 세부평가범위로는 작업자 피폭선량, 관리구역 방사선량 및 작업자의 다량 피폭을 야기할 수 있는 증기발생기수실 선량을 설정하였다.

Abstract

Periodic Safety Review (PSR) should be performed every 10 years in accordance with 11 safety factors of Enforcement Regulation (Article 19) of Atomic Act. In order to implement PSR, the detailed review scope in each technical field need to be established. As the detailed scope of "present physical condition" among major factors prescribed in the Enforcement Regulation for the review of radiation protection safety, operating conditions of access control area and radiation controlled area, performance of radiation monitoring system, and evaluation system for occupational radiation exposure, training status for radiation protection, ALARA system and so on are established. Total occupational dose, the radiation levels in controlled areas and the SG chamber's radiation level, which cause a high cumulative dose, are established for the detailed review of safety performance of radiation protection.

1. 서 론

국내원전에서는 원자력법 제 23조 3(주기적 안전성평가)에 따라 고리 1호기를 시범 호기로 하여 후속 호기들에 대한 주기적안전성평가(PSR)를 활발하게 수행하고 있다. 방사선방호에 대한 주기적안전성 평가범위 설정과 관련된 내용은 원자력법 시행규칙 제 19조 2 “주기적안전성평가의 세부내용”에 제시되어 있다[1].

그러나 해당 규칙이 가동중 원전의 전체 평가분야에 대한 내용을 포괄적으로 기술하고 있고, 관련 규제기관에서 발행한 PSR 검토지침서도 각 세부평가분야별로 직접 활용하기에는 미비점이 있는 상황이어서 평가자와 심사자간에 평가범위에 대한 이견이 종종 발생하고 있는 실정이다.

이러한 문제점 해결방안의 일환으로 본 논문에서는 방사선방호분야에 대한 구체적인 평가범위를 검토·제시함으로써 향후 본 분야 평가결과에 대해 평가 관련자간에 이해를 제고하고자 하였다.

2. 방사선방호관련 PSR 평가 기준

방사선방호에 대한 PSR 평가범위 설정근거는 원자력법 시행규칙 제 19조 2 “주기적안전성평가의 세부내용”중 방사선방호 관련사항이며, 평가범위는 제 1 항의 원자로시설의 평가 당시의 물리적 상태에 관한 사항, 제 5 항의 안전 성능에 관한 사항, 제 6 항의 원자력발전소 운전경험 및 연구결과의 활용에 관한 사항이다.

먼저 물리적 상태에 관한 사항으로서는 계통, 기기의 기능을 확인하기 위한 시험결과, 검사 및 보수결과 등이 해당되며, 방사선방호 안전성능에 관한 사항으로는 주로 발전소내 작업자에 대한 피폭방사선량이 해당된다.

발전소 운전경험 및 연구결과의 활용에 관한 사항으로는 운전경험 및 연구결과의 반영을 위한 계획 및 체제의 적절성 등을 고려하여야 한다. 이 외에도 PSR과 관련한 IAEA 지침[2], 규제기관 검토지침[3] 및 선행호기의 PSR 사례[4]들을 평가기준 설정시 참고할 수 있다.

3. 평가범위 설정시 고려사항

원자력발전소의 안전성을 주기적으로 확인한다는 PSR 기본 취지에 충실하도록 설정된 방사선방호분야의 평가범위는 원전 종사자의 방사선방호를 위한 구역과 설비중에서 각 구역 및 설비의 고유 목적을 대표할 수 있는 주요성능 확인활동 사항을 현재의 물리적 상태의 세부평가 범위로 보는 것이 타당하다.

또한 선행 호기 평가에서는 ALARA 활동을 11개 평가요소들과는 별도항목으로 평가하여 왔으나 ALARA 활동사항을 ALARA 체계와 ALARA 활동실적으로 구분하고, ALARA 체계는 방사선방호에 대한 현재 물리적 상태에 관한 사항의 일부로 평가를 수행하는 것이 적절한 것으로 판단된다. 본 논문에서는 PSR 전체 평가범위를 언급하는 것보다 중요 부분에 대해 언급함으로써 평가자의 의견을 제시하기 위하여 물리적 현상상태 및 방사선방호성능에 대한 세부평가범위로 한정하였다.

방사선 방호분야의 물리적 현상상태는 출입관리구역 운영상태, 방사선관리구역 운영상태, 방사선 측정장비, 방사선 방호용품 및 장비, 지역방사선감시계통, 방사선관리체계에 세분화하였으며 특히, 원자력 하위법에서 규정하고 있는 작업자 피폭평가, 방사선방호교육 및 ALARA 체계 이행 등의 법적 이행항목들도 방사선관리체계에 포함시켜 물리적 현상상태에서 평가하는 것이 바람직하다.

방사선방호 안전성능 평가항목으로는 작업자의 피폭선량 평가를 주요내용으로 하고, 작업자 피폭선량과 상관관계가 높은 증기발생기(SG) 수실선량으로 대표되는 계통방사선준위, 관리구역 방사선량을 평가범위로 구성하는 것이 타당하다.

발전소 운전경험 및 연구결과의 반영과 관련하여서는 ALARA 활동실적을 중심으로 타원전의 사례 등을 참조하여 확인하는 방안이 타당하다.

4. 평가범위 설정

가. 현재 물리적 상태

1) 출입관리구역 운영상태

출입관리구역은 작업자가 방사선구역의 계통점검 및 보수활동 등을 위해 관리구역 출입을 관리하는 곳이며, 원자력발전소에서의 해당지역은 보건물리실 지역과 폐기물처리건물의 출입관리구역이다.

따라서 출입관리구역 운영상태를 확인하기 위하여 방사선작업자 출입관리사항, 방사능 오염 확인 및 오염물 확산 방지, 작업후의 작업자 피폭선량 확인, 오염확산방지 장비 및 용품, 그리고 피폭선량 평가를 위한 체내, 체외피폭선량 측정장비의 구비 여부로 평가범위를 구성하는 것이 바람직하다.

2) 방사선관리구역 운영상태

방사선관리구역은 운영허가 단계부터 예상방사선량률에 따라 구역을 구분하여 관리하고 있다. 따라서 방사선관리구역 운영상태는 각 방사선관리구역 방사선량율이 운영허가 기준을 만족하고 있는지와 불만족시 후속조치 결과확인 그리고 각 방사선관리구역 내 방사선감시기의 설치상태, 방사선지역에 대한 관리현황을 확인하는 것으로 평가범위를 설정하는 것이 타당하다.

3) 방사선 측정장비

방사선 측정장비는 작업자의 체외 및 체내 피폭선량을 측정하는 장비와 공간선량을 및 표면오염상태를 측정하는 2가지로 구분할 수 있다. 개인별 피폭선량과 관련하여서는 개인별 체외피폭선량 측정기기인 TLD(열형광선량계)와 ADR(보조선량계)등의 측정기기 시험 및 검사결과와 체내피폭선량을 평가하는 WBC(전신계측기)의 시험 및 검사결과를 평가범위로 하는 것이 적절한 것으로 판단된다.

관리구역의 방사선량 측정을 위하여는 방사선 공간선량을 측정기, 바닥오염감시기, LSC(액체섬광계수기) 등에 대한 시험 및 검사결과를 평가범위에 포함시키는 것이 타당하다.

4) 방사선방호용품 및 장비

방사선방호용품 및 장비는 공기 오염구역 작업시 체내피폭을 방지할 수 있어야 하므로 이때 사용하는 공기공급마스크 등 방호장비의 성능 및 교정검사 결과를 평가범위로 보는 것이 적절한 것으로 판단된다.

5) 지역 방사선감시기

지역 방사선감시기는 오염가능 지역에 설치되어 고방사능 오염사고발생시 작업자와 운전원에게 신속하게 정보를 제공하며, 오염확산 방지를 위한 공기조화계통 경보 및 차단신호 등을 제공한다. 이와 같은 지역방사선감시기의 고유기능 및 특성을 고려하여 각 지역감시기의 채널 및 선원점검 결과로 평가범위를 구성하는 것이 적절한 것으로 판단된다.

6) 방사선 관리체계

방사선관리체계는 작업자의 방사선 장애 방지를 위한 적용법규 및 기준을 만족하여야 하는데 해당사항으로는 피폭선량 평가체계, 방호교육 및 ALARA 활동 등이 있다.

따라서 이들 요건의 만족여부를 평가하되, 방사선피폭 선량평가체계는 평가방법의 적절성과 평가체계의 신뢰도 유지능력 등을 평가범위로 설정하며,

방사선 방호교육체계는 작업자가 방사선 방호개념을 이해하고 작업시 체외 및 체내피폭을 최소화하기 위한 방호교육 프로그램 및 교육강사 요건 등 작업자 방호교육 체계, 교육내용 등이 관련기준에 적합한지를 평가내용으로 하는 것이 적절한 것으로 사료된다.

또한 ALARA체계에서는 ALARA 조직의 요건 만족여부 및 이행목표 등을 평가범위로 설정하는 것이 적절한 것으로 판단된다.

나. 방사선방호 안전성능

1) 계통방사선 준위

작업자의 방사선피폭 경향은 계획예방 정비작업인 증기발생기 세관검사 및 보수작업량, 그리고 증기발생기(SG)내 수실 방사선량율에 비례하므로 방사선방호계획 수립시 주요인자인 증기발생기 수실 방사선량율을 평가범위로 설정하는 것이 적절한 것으로 판단된다.

냉각재 옥소방사능 준위를 방사선방호 안전성능의 평가항목으로 보는 경우도 있으나 냉각재중 옥소의 방사능농도는 작업자 보호 목적보다 방사능 가상사고시 다량 냉각재 외부유출로 인한 주변주민의 옥소 피폭선량을 제한하는데 중점을 두고 있고, 실제 작업자의 방호활동과 관련성이 적은 것으로 보아 본 평가범위에서는 제외하는 것이 타당하다.

2) 관리구역 방사선량

방사선관리구역은 공간선량을, 표면오염도 등이 일정수준 이상인 장소로 제한되므로 작업자의 체외 및 체내 피폭량과 직접적인 관련이 있는 방사선관리구역 공간선량을, 표면오염도 및 공기오염도를 방사선방호 안전성능 확인을 위한 평가범위로 보는 것이 타당하다.

3) 작업자 피폭선량

방사선구역 작업은 필연적으로 개인의 방사선피폭을 수반하게 되며, 개인 피폭선량이 법적 기준을 초과하지 않고, 작업자의 집단피폭선량이 최소화되도록 관리하여야 한다.

이를 위한 방사선작업후의 법적 요건 및 ALARA 활동의 적절성 평가를 위하여 개인 및 집단피폭선량을 방사선안전성능 평가범위로 보는 것이 타당하다.

5. 결 론

고리 1호기를 시범 호기로 하여 후속호기들에 대한 주기적안전성평가(PSR)가 활발하게 수행되고 있으나 각 분야에 구체적으로 적용할 수 있는 세부평가범위 설정에 필요한 자료는 부족한 실정이다. 이에 따라 본 논문에서는 국내 가동원전 방사선방호분야의 주기적안전성평가를 위한 구체적인 세부평가범위를 검토하였다.

원전의 안전성을 주기적으로 확인한다는 기본취지에 따라 방사선방호분야의 물리적 현상태평가를 위하여는 출입관리구역 및 방사선관리구역 운영상태, 각종 방사선감시계통에 대한 성능 확인사항을 평가범위로 설정하고, 특히, 방사선방호의 특성상 방사선관리체계 자체가 주요인자가 되므로 피폭선량 평가체계, 방호교육 및 ALARA 체계에 대한 3가지 사항을 평가범위로 구성하는 방안을 제시하였다.

또한 방사선방호 안전성능과 관련하여서는 작업자 피폭선량, 관리구역 공간선량에 대한 사항을 평가범위로 구성하고, 계통 방사선준위와 관련하여서는 다량의 방사선피폭을 야기하는 증기발생기 수실에 대한 방사선량을 변화추이를 중심으로 평가를 수행하는 방안을 제시하였다.

참 고 문 헌

1. 과기부, 원자력 시행규칙 제 19조 2항 ~ 3항
2. IAEA, INSAG-8, 50-SG-012(IAEA 지침보고서)
3. 한국원자력안전기술원, 주기적안전성평가 검토지침서개발(KINS)
4. 한수원(주), 고리1,2호기 및 월성1호기 주기적 안전성평가 보고서