

가동원전 주기적 안전성재평가 제도화

Institutionalization of Safety Re-assessment System for Operating Nuclear Power Plants

김효정, 조종철, 민복기, 박종석, 정해동, 오규명, 김위경, 임장현

한국원자력안전기술원
대전광역시 유성구 구성동 19

요 약

본 연구에서는 가동원전에 대한 주기안전평가, 규제요건소급적용, 운영허가갱신 제도의 적용과 관련한 외국의 경험과 관행을 분석하고 국내에서의 가동원전에 대한 안전성확보 활동 관련 현황분석을 통하여 동 제도들의 국내 적용 필요성과 타당성을 확인하고, 주기안전평가 제도를 운영허가갱신 제도 및 규제요건소급적용 제도와 합리적으로 연계시킴으로써 국내외 환경에 적합한 가동원전 안전성재평가 제도화 방안을 수립하였다. 이를 위하여, 가동원전 안전성재평가 제도화의 기본 방향, 안전성재평가 모델의 전제조건, 규제요건소급적용의 활성화 방향을 설정하고 실현 가능한 몇 가지 재평가 모델들을 도출하여 각 모델의 특성 및 장·단점 분석하였다. 국내 적용에 적합한 안전성재평가 제도(안)로서 발전소 전체 가동기간에 걸쳐 10년 주기로 안전성재평가를 지속 이행하되 발전소 설계수명 종료 시부터는 이전의 안전성재평가와 후속조치 실적에 관한 규제 검토 결과에 근거하여 10년 주기로 수명연장을 허용하는 모델이 선정되었다. 끝으로, 본 논문에서는 국내 적용을 위해 가장 적합한 것으로 선정된 안전성재평가 모델의 제도화를 위하여 수립된 요건, 방법 및 절차의 세부사항들에 관한 토의를 하였다.

Abstract

In this study, in-depth reviews of the foreign countries' experiences and practices in applications of the periodic safety review (PSR), backfitting and license renewal systems as well as the current status of nuclear power safety assurance programs and activities in Korea have been performed to investigate the necessity and feasibility of the application of the systems for the domestic operating nuclear power plants and to establish effective strategy and methodology for the institutionalization of a periodic safety re-assessment system appropriate to both the domestic and international nuclear power environments by incorporating the PSR with the backfitting and license renewal systems. For these purposes, the regulatory policy, fundamental principles and detailed requirements for the institutionalization of the safety re-assessment system and the effective measures for active implementation of the backfitting program have been developed and then a comparative study of benefits and shortcomings has been conducted for the three different models of the periodic safety re-assessment system incorporated with either the license renewal or life extension process, which have been considered as practicable ones in the domestic situation. The model chosen in this study as the most appropriate safety re-assessment system is the one that the re-assessments are performed at the interval of ten years throughout the service life of nuclear power plant and the ten-year license renewal or life extension after the expiration of

design life can be permitted based on the regulatory review of the re-assessment results and follow-up measures. Finally, this paper has discussed on the details of the requirements, approach and procedures established for the institutionalization of the periodic safety re-assessment system chosen as the most appropriate one for domestic applications.

1. 서론

우리나라 최초의 원자력발전소인 고리 1호기가 1979년에 가동을 시작한 지 20년이 지난 지금 우리는 세계 9위의 원전보유국에 진입해 있다. 이제 10년후면 고리 1호기의 설계수명이 종료되는 등, 가동원전의 노후화에 따른 안전성대책이 절실히 요구되고 있다. 원전사업 초창기에는 가동원전에 대하여 일상적인 검사 및 보수 등의 통상적인 방법만으로도 원전의 안전성을 보장할 수 있다고 확신되어져 왔다. 그러나 원전의 가동년수의 증가와 노후화에 따른 새로운 안전현안의 발생, 운전경험의 축적, 안전기준의 변화 등으로 기존의 안전성 보장활동을 만으로 가동원전의 안전성을 보장할 수 있는 지에 대한 의문이 제기되고 있다. 특히 가동원전이 신규원전에 적용되는 안전기준을 어느 정도까지 만족시킬 수 있는가에 대한 불확실성과 의구심이 커짐에 따라 가동원전에 대하여도 보다 높은 수준의 안전성 확보를 위하여 구체적인 대책을 수립하여야 한다는 공공의 요구가 높아지고 있다.

가동원전에 대한 안전성 향상 및 확인을 위하여 기존의 방법에 추가하여 포괄적이고 체계적인 안전성평가 수행의 필요성이 인식되어 상업용 원전을 보유하고 있는 많은 국가들이 기존의 안전성보장 노력과 더불어 주기적으로 체계적인 종합안전성평가(주기안전평가: Periodic Safety Review: PSR)를 수행하고 있다[1-9]. 국제원자력기구 (IAEA)도 가동원전의 안전수준을 향상시키기 위하여 원전 운영국들에게 주기안전평가 제도의 도입을 적극적으로 권장하고 있다[10, 11]. 또한 우리나라도 가입하고 있는 원자력안전협약(Convention on Nuclear Safety)[12, 13]에서도 가동원전에 대한 종합적이고 체계적인 안전성재평가를 의무화하고 있다. 우리나라의 경우 운전년수가 10년 이상인 원전을 상당수 운영하고 있고 후속 호기들이 계속 건설되고 있으나 아직까지 주기안전평가제도 뿐만 아니라 동 제도를 대체할 수 있는 어떠한 안전성평가제도도 채용하고 있지 않다. 또한 운영허가 갱신 절차에 대하여 명확하게 법규화되어 있지 않아 2008년 설계수명이 완료되는 고리 1호기의 경우 계속 운전에 대한 혼선의 여지가 있다. 따라서 우리나라도 가동원전들에 대하여 높은 수준의 안전성을 보장하고 원자력안전협약사항 이행에도 효과적으로 대처할 수 있는 제도적 방안을 강구하여야 할 시점에 이르렀다.

본 논문에서는 국내 가동원전의 안전성 확보를 위하여 외국에서 채택하고 있는 주기안전평가 제도, 규제요건 소급적용 제도, 운영허가갱신 제도의 합리적 접목을 통하여 우리나라 실정에 적합한 최적의 가동원전 안전성재평가 방안을 수립하는데 목적을 두고 수행한 규제 연구의 내용과 결과를 소개한다. 본 논문에서 다루는 연구의 세부 주제는 각국의 안전성재평가제도 및 운용 현황 분석·평가, 가동원전 안전성재평가 방향 정립 및 가동원전 안전성재평가 제도화 방안 수립이다. 후속 연구로는 규제영향분석서 작성 (비용-편익 분석 포함), 안전성재평가 지침서 개발 및 제도화 과제가 수행될 예정이다. 동 연구는 한국과학기술원과의 공동연구[14]로 수행되었으며, 본 연구를 통하여 수립된 제도화 방안에 대한 각계의 의견수렴을 활성화하여 제도의 객관성과 합리성을 도모하고 있다. 또한, 국내 발전소 적용시 예상되는 문제점 파악 및 해결 방안 모색을 위하여 먼저 특정원전에 시범적용을 거친후 전 가동원전에 확대 적용하는 방안을 강구하고 있다.

2. 주기안전평가 제도

2.1 개요

1세대 상업용 원전의 운전이 1950년대 시작된 이래 새로운 과학 및 기술 지식, 진보된 해석 방법과 운전 경험에서 얻은 교훈들로부터 원전 안전 기준 및 관행은 상당히 진보되었다. 대부분의 국가들은 가동 원전에 대해 정기 및 특별 안전성 평가를 수행해 오고 있지만 이들 안전성 평가들은 일반적으로 포괄적이지 못하고 안전 기준 및 운전 관행의 개선, 경년열화, 변경, 운전 경험, 과학기술 개발 등을 적절히 반영하지 못하고 있다. 실제 원전의 안전성을 종합적으로 파악하고, 오래된 원전의 안전성을 최신의 원전과 비슷한 수준으로 증진시키고 높은 수준의 안전성을 유지하기 위해 PSR 수행의 필요성이 대두되었다. IAEA 지침[10]에서는

PSR을 “가동중 발전소에 대해 경년열화, 변경, 운전 경험, 기술 발전 등과 같은 누적된 영향을 다루고 발전소 사용기간 동안 고도의 안전성을 보증하기 위하여 일정 주기로 수행되는 체계적인 안전성 재평가”로 정의하고 있다. 동 지침에 따르면, 원전사업자에게 PSR을 수행하고 그 결과를 보고하는 일차적인 책임을, 규제자에게는 PSR 요건을 명시하고, 수행 내용, 결과 및 그에 따른 시정조치 사항을 검토한 다음, 적절한 인허가 조치를 취하고 그 결과를 정부 및 국민에게 알릴 책임을 부과하고 있다. 그리고 원전의 안전성에 관련된 11개의 안전인자를 즉, 원전의 실제 물리적 조건, 안전성 분석, 기기의 품질보증, 경년열화 관리, 안전성능, 타원전의 경험과 연구 결과의 활용, 절차서, 조직 및 행정, 인적인자, 비상계획 및 환경영향을 PSR 수행시 평가항목으로 설정하고 있으며, 전체적 평가를 현 안전상태에 대한 평가(1단계), 중간 안전성 평가(2단계) 및 심층 안전성 평가(3단계)의 3 단계로 수행하는 방식을 제시하고 있다.

2.2 각국의 PSR 제도 운용 현황

PSR 제도는 스웨덴을 필두로 프랑스, 영국, 벨기에, 일본, 독일, 네덜란드 등 여러 원전 운영 선진국들에서 채용되어 오고 있으며, 미국은 PSR 제도를 대체하는 규제제도를 운용하고 있다. 각국의 PSR 운용현황 [1-9, 15, 16]을 요약하여 소개하면 다음과 같다.

가. 미국

미국원자력규제위원회 (US Nuclear Regulatory Commission: USNRC)는 비교적 오래된 가동중 원전에 대한 설계재평가 및 안전성확인을 위하여 1977년 Systematic Evaluation Program (SEP)을 시행하였으며, 이어서 1984년 Integrated Safety Assessment Program (ISAP)을 수행하여 가동원전의 안전성을 재평가하였다. 이후 안전수준의 향상과 60년으로의 수명연장을 위하여 1995년 허가갱신 (License Renewal: LR) 규정을 채용하였으며, 규제요건소급적용 (Backfitting: BF)규정과 보수규정 (Maintenance Rule)의 적용, Individual Plant Evaluation (IPE)의 시행 및 Systematic Assessment of Licensee Performance (SALP) 제도 운용 등의 규제활동을 통하여 가동원전의 안전성을 주기적으로 확인하고 있다. 1977년 SEP를 최고령 10개 원전에 대해 수행하였고, 1984년에 ISAP로 변경하여 41개 구형원전들에 대하여 안전성 평가를 수행·완료하였으며, 현재 이와 같은 특별 규제 조치와 소급규제 제도를 통해서 PSR 제도 이상의 가동중 원전 안전성 평가를 수행하고 있다.

나. 캐나다

통상 2년(경우에 따라서는 6개월 - 5년)의 운영허가 갱신 주기로 발전소 안전수준과 운영 성적 등을 종합 평가해서 개별적으로 허가기간을 갱신해 주는 독특한 규제제도(PLR: Periodic Licensing Reviews)를 채용하고 있다. CANDU 6 원전의 설계수명은 30년이지만, 이미 Ontario-hydro사는 발전소 설비를 유지·보수하는 경영관리 제도 및 조직이 장기간 부실하게 운영된 결과로 Pickering A 원전 4기 및 Bruce A 원전 3기에 대해 자발적으로 운전 정지를 결정한 바가 있다. 한편 캐나다의 CANDU 구형 원전에 대해 50년 혹은 그 이상의 수명 연장을 목표로 수명관리 프로그램이 수행 중에 있다.

다. 프랑스

1987년에 핵시설안전부 (DSIN)가 기본원자력시설 관련 법령에 의거하여 6기의 CP0 시리즈 900MW_e 원자로들의 안전성을 재평가하도록 전력공사 (EDF)에게 요구하였다. 그리고, 1990년 1월에는 산업성 장관 및 보건성 장관이 수시로 사업자에게 시설 안전성 검토를 요청할 수 있도록 동 법령을 개정하였다. 안전당국은 매 10년 주기로 PSR을 사업자가 수행하도록 요구하였다. CP0 시리즈 발전소 6기에 대하여 사업자 측이 1988년에 PSR 이행을 착수하여 1995년에 수행·완료하였고, 1990년 7월에 EDF에게 CP1 - CP2 시리즈 발전소 28기에 대한 PSR 이행을 요구하여 현재 수행중에 있다.

라. 일본

통상산업성 (MITI)이 1992년에 사업자들에게 PSR을 수행하고 그 결과를 보고하도록 통지하였다. 이러한

통지는 형식적인 측면에서 권고 사항이라 할 수 있지만, 일본의 원자력 안전 규제 관행상 강제성을 띠고 있어 모든 전력회사들이 이를 따르고 있다. 1994년에 3개 원전, 1995년에 4개 원전의 PSR 결과에 관한 평가를 이미 완료하였고 1997년 현재 6개 원전의 PSR 결과에 대한 검토를 수행중에 있다.

마. 기타 국가의 PSR 수행 현황

스웨덴에서는 원자로 안전위원회의 권고에 따라 안전규제기관인 국립원자력검사소(SKI)가 PSR 성격인 As-Operated Safety Review를 8~10년 주기로 이행하고 그 결과 보고서 제출을 의무화하는 규칙을 제정하여 1981년부터 시행하였다. 스웨덴에서 가장 오래된 원전인 Oskarshamn 1호기가 최초로 1981년에 착수한 주기안전평가 사업을 1983년에 수행·완료하고 ASAR 결과 보고서를 정부에 제출한 이래 단계적으로 전 발전소가 ASAR 결과 보고서를 주기적으로 제출하고 있다.

네덜란드에서는 체르노빌 사고 후 80년대 말 원자력안전국(KFD)은 독일 원자로안전연구소(GRS)에 기술 안전검토 수행을 요청하였고 이를 토대로 1989년에 미국, 독일 및 IAEA의 규제, 규제지침 및 규제관행을 적용하여 Backfitting Policy를 개발하였다. Backfitting Policy는 사업자에게 10년 주기로 PSR을 이행하고 2년 주기로 가동 원전의 운전 안전기준을 검토할 것을 요구하고 있다. 네덜란드는 두 기의 원전, Dodewaard 및 Borssele에 대하여 90년대 초반에 안전평가(Full scope PSA, 운전 경험, 열화 관리 및 중대사고 관리 등을 포함한 기술안전성 검토)를 수행하였다.

독일에서는 1988년에 원자로안전위원회(RSK)가 모든 원전에 대하여 PSR 이행을 권고하고 사업자들이 자발적으로 수행하는 형식을 채용하였고 일부 원전들에 대해서는 10년 운전 후의 PSR 이행이 인허가 조건으로 되어 있다. 1993년에 900MWe급 BWR 노형인 KKKI 원전에 대하여 PSR을 시작하여 1995년도에 수행·완료하였다. 그리고 2000년 이전에 최신의 Konvoi PWR 원전에 이르기까지 모든 가동 원전에 대하여 1 주기 PSR이 수행될 예정이다.

영국에서는 1980년 초부터 사업자와 규제자간의 합의하에 장주기안전성평가(LTSR; Long Term Safety Review)를 수행하여 오다가 1990년대 초에 PSR 수행이 허가 조건 "Licence condition 15"으로 부과되었다. 1982년에 Calder Hall 원전 및 Chapelcross 원전에 대하여 장기 안전성평가(Long Term Safety Review : LTSR)를 처음 시작되었으며, 그 이후에 전 마그녹스(Magnox) 원전 및 가스냉각(AGR)원전에 확대 적용하였다. 상기 두 원전에 대해서는 이미 3차례에 걸쳐 LTSR 혹은 PSR(1990년대 이후에는 PSR 이행이 면허조건으로 제정됨)이 이미 이행된 바 있다.

2.3 국내 원전 운영 현황

고리원전 1호기는 설계수명기간 후반부에 들어 있으며, 고리 2, 3, 4호기, 월성 1호기 및 영광 1, 2 호기는 이미 상업 운전 개시후 10년이 경과되었고, 울진 1, 2 호기들도 조만간 운전 이력이 10년에 도달하게 된다. 그리고 신규 원전의 수도 계속 증가하고 있는 우리나라의 현 실정을 감안할 때, 노후 원전들의 관리를 비롯하여 거대해지고 있는 원전사업의 전반적인 운영 과정에 있어서 안전성이 확고히 보장될 수 있도록 효과적인 규제제도를 조기에 도입하는 것이 시급히 요구된다. 그러나 우리나라에서는 아직까지 PSR 제도를 채용하고 있지 않으며 현재 본 제도를 시행할 수 있는 법령상의 명확한 규제 근거가 마련되어 있지 않은 실정에 있다. 특히 고리 1호기 및 월성 1호기와 같이 구형 원전의 경우 초기 운영허가 당시 법적 요건, 안전성 기준 및 요건, 인·허가 근거, 초기 안전성 검토 및 폐기를 관리 요건 등이 미흡한 상태로 상업 운전이 시작되었기 때문에, 현재의 안전성 기술 및 분석 방법, 코드에 근거한 사고 분류, 사고 및 내진 분석, 기기의 성능, 운전 경험 및 기타 PSA 분석 방법을 고려하여 가급적 빠른 시일 내에 원전의 안전성이 적절히 유지되고 있는지 종합적인 검토가 이루어져야 할 것이다.

또한, 외국의 사례분석 결과에 비추어 볼 때 종합적인 안전성평가를 통해 여러 국가들이 초기 구형 원전의 안전성을 증진시키기 위해 상당한 노력을 기울였고 그 결과들 구형 원전의 수명 연장에 활용하기도 하였으며, 주기적으로 원전의 종합적인 안전성을 확인하기 위해 PSR 제도가 확대 적용되게 되었다. 이런 측면에서 PSR 제도는 사업자와 규제당국 양자 모두에게 있어서 당연한 원전 수명(주기) 관리/연장의 현안문제 해결을 위한 효과적인 대처수단으로서 매우 적절한 것으로 평가되고 있다. 현재 거의 모든 상용원전 운영국들이

PSR 제도 또는 그에 상응하는 대체 안전평가 제도들을 채용중에 있고 그 채용의 필요성과 중요성이 널리 인정되고 있는 상황에 있으므로 우리나라의 원전 안전 운영에 대한 국제적 신인도를 제고하기 위해서는 동 제도의 조속한 채용이 불가피하다. 또한, 우리나라도 체약하고 있는 국제 원자력안전협약에서는 가동원전에 대해서 종합적인 안전성 평가를 주기적으로 수행하도록 요구하고 있는 상황에 있기 때문에 빠른 시일내에 PSR 제도의 도입 및 이행을 통해 원자력 안전성 증진을 위한 국제적인 공동 협약을 준수하여야 한다.

3. 안전성재평가 기본방향

주기안전평가, 규제요건 소급적용, 운영허가 갱신제도 등은 가동원전의 안전성재평가와 관련하여 그 목적 및 이행방법, 안전성평가수단 등이 유사하므로, 이들의 유기적 연계를 통한 국내 실정에 적합한 가동원전의 안전성 평가 모델의 개발이 바람직하다. 가동원전의 주기안전평가는 그 결과에 따라 계속 운전, 조건부 계속 운전, 운전 불가 등의 판정이 가능하므로 운영허가 갱신과 같은 효과를 가질 수 있다. 예로써, 10년 주기의 주기안전평가는 어떤 의미에서는 10년으로 운영허가가 발급된 원전의 운영허가갱신과 유사성을 갖고 있다.

주기안전평가와 운영허가갱신은 미래의 특정기간 동안 가동원전의 안전성이 유지됨을 보증하는 종합적이고 주기적인 과정이나, 규제요건 소급적용은 가동원전의 운전 기간 중에 새롭게 확인되거나 도출된 안전성 저하 및 물만족에 대한 국지적이고 적시의 보완조치 활동이다. 따라서 규제요건 소급적용은 주기안전평가 및 운영허가갱신과는 독립적으로 다루어지는 것이 바람직할 것이다. 이와 같이 규제요건 소급적용이 종합적 안전성 평가를 수행하는 주기안전평가 및 운영허가갱신과 직접적인 관계는 없으나, 규제요건의 소급적용 이행여부는 추후 현행 규제요건을 근간으로 하는 주기안전평가 및 운영허가갱신시 주요한 평가 요소가 된다.

앞에서 기술한 바와 같이 주기안전평가, 운영허가 갱신제도, 규제요건 소급적용은 서로 긴밀하게 연계되는 현안들이므로, 효과적인 연계 방안을 도출하여 적용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 지금까지의 연구결과를 토대로 가동원전의 안전성 재평가에 대한 기본방향을 다음과 같이 설정하였다:

- 첫째, 운영허가와 연계하여 일정주기로 일정범위의 종합적이고 체계적인 안전성재평가를 수행한다.
- 둘째, 운전경험, 신기술개발 및 규제요건의 변경 등에 따라 제기되는 가동원전의 안전현안을 적시에 반영하기 위하여 필요시 현행 법적 요건을 보완하여 규제요건 소급적용을 활성화한다.

여기서 주기안전평가와 운영허가갱신의 연계는 여러가지 형태가 가능하다. 현재까지의 검토에서는 다음과 같은 방법이 바람직한 것으로 도출되었다:

- 미국과 같은 운영허가갱신 규정을 두지 않고, 주기안전평가 제도와 운영허가 제도를 긴밀하게 연계하여 운영함으로써 주기안전평가 결과를 가동원전의 운영허가 갱신 또는 연장 여부의 결정 근거로서 적용한다.
- 주기안전평가 계획을 원전사업자가 규제기관과의 협의를 거쳐 수립하고, 그 계획대로 원전사업자가 안전성 평가를 수행하여 규제기관이 안전성평가 결과와 시설변경 또는 보완조치계획 등을 검토하는 방식으로 수행한다.
- 운영허가 변경이 수반될 경우에는 사업자가 운영허가시 제출된 서류에 대한 변경 여부를 점검하여 관련 서류를 규제기관에 제출하여 심사를 받는다.

4. 재평가 이행방안

4.1 이행주기

가동원전의 주기안전평가는 운영허가와 연계하여 가동원전의 물리적, 행정적 및 인적 요소의 주요한 변화가 생길 수 있는 기간을 정하여 주기적으로 실행되어야 한다. 이와 아울러 발전소 외적인 요소인 규제 요건, 규제 환경 및 국제 환경 변화도 주기에 영향을 줄 수 있는 주요한 변수이므로 다각적인 검토가 필요하다. IAEA 안전지침 No.50-SG-O12[10]에서도 경험에 근거하여 과학기술의 지식 및 해석기법의 중대한 변화 가능성, 안전 기준 및 관련 기술의 변화 가능성, 발전소 변경 및 경년열화의 누적효과에 대한 평가 필요성, 발전소 운영조직뿐만 아니라 규제 담당 조직의 중대변화 가능성 등을 감안하여 10년 주기가 적절함을 제안하고 있다. 그리고 10년 이상으로 주기가 길어질 경우에는 사업자, 운전원 및 규제기관내에 경험이 있는 상당수의 직원들이 이직할 수도 있어, 이전 주기안전평가 이행에서 얻어진 지식 및 경험이 전수되지 못하는 등

연속성이 상실될 가능성이 높음을 문제점으로 제시하고 있다. 이러한 IAEA의 안전지침에서의 주기 개념을 고려하여 주기안전평가를 채용하고 있는 모든 국가들이 주기를 10년으로 정하고 있으며, 이행 경험을 통하여 합리적이고 효과적인 주기인 것으로 밝혀지고 있다.

국내 법적 여건으로 볼 때, 원자력법시행규칙 제115조의 별표 6에 따르면 원자로시설의 검사(자체, 정기, 품질 등) 기록, 핵연료 물질 관련 기록, 방사선 안전 관련 기록을 포함한 대부분의 기록에 대한 보존연한이 10년으로 되어 있다. 과기부고시 제98-10호(원자력관계시설 방사선 환경영향 평가서 작성등에 관한 규정)에서는 원전의 환경영향 평가를 위하여 인구조사를 10년 주기로 규정하고 있다. 이들 기록은 주기안전평가에서 검토되어야 할 매우 중요한 자료로 이들 자료 없이는 주기안전평가가 적절히 수행될 수 없다. 또한 과기부고시 제98-15호(원자로 시설의 가동중검사 및 가동중시험에 관한 규정)에서는 가동중 시험 및 검사에 대한 계획을 10년 주기로 제출 및 이행하도록 되어 있다. 물론 한전 자체적으로는 주요 운전, 보수 및 유지 기록을 영구 또는 수명기간중 보관하도록 규정하고 있으나, 이는 자율적인 것이지 법적인 요건이 아니므로 10년 초과시에는 관련 기록의 보존성이 보장되지 않을 수도 있다.

이상의 국내·외 요건을 검토한 결과에 비추어 볼 때 안전성재평가의 주기를 10년으로 정하는 것이 가장 합리적이라고 판단된다.

4.2 동일 원전 평가방식

먼저 같은 설계 개념으로 동일 부지에 같이 건설된 발전소가 2기 이상인 경우, 각각의 발전소가 따로 주기 안전평가를 실시하여야 하는가, 동시에 함께 실시할 것인가 아니면, 선도 발전소를 실시하고 후속 발전소는 중복된 사항에 대하여 면제할 것인가에 대한 고려가 필요하다. 우리 나라의 발전소는 대부분 두 개의 발전소를 함께 설계하여 건설허가를 받고, 약 1년의 차이로 운영허가를 받았다. 따라서 이 두 개의 발전소는 최종 안전성분석보고서를 공유하고 있으며, 절차서 및 운영조직을 대부분 공유하고 있다. 또한 발전소에 사용된 기기도 거의 동일하며, 정비 및 측정 장비도 공유하고 있으며 잉여 기기도 공유하고 있다. 따라서 각각의 발전소에 대하여 운영허가일을 기준으로 주기안전평가를 실시할 경우, 약 1년의 차이로 동일한 내용을 중복하여 실시하여야 한다. 선도발전소에 대해서 먼저 실시한 후 후속발전소에 대해서는 중복된 사항을 면제하는 방안은, 중복되는 사항을 확인하는데 노력이 소모되고, 약 1년의 차이로 적용되는 요건이 상이할 수 있다. 이런 경우에는 최종안전성분석보고서가 분리되어야 하며, 상당 부분 비효율이 발생할 수 있으므로 적합하지 않다. 따라서 동일 부지에 건설되었고 최종안전성분석보고서를 공유하고 있으며 운영허가일이 1년 정도 차이가 나는 발전소는 선도 발전소를 기준으로 동시에 주기안전평가를 실시하는 것이 적절할 것이다. 그러나 운전년수의 증가에 따른 설비 노후화의 차이, 운전조건의 상이 등은 평가에서 별도로 고려되어야 할 것이다

4.3 기존요건과의 중복 요소 처리방식

기존의 요건에 의해 중복 실시되는 것에 대한 고려가 필요하다. 주기안전평가 내용의 상당 부분은 이미 기존 요건에 따라 실시되고 있다. 예로서, 환경영향과 관련해서는 과기부고시 제96-31호(원자력 관계시설 주변의 환경 조사 및 영향 평가에 관한 규정)에 따라 사업자는 환경조사계획서를 제출하고 3년마다 계획서를 재검토하여야 하며 매년 환경조사 및 영향평가의 종합적인 결과를 제출하고 있다. 또한 기기검증과 관련해서는 과기부고시 제98-15호(원자로 시설의 가동중검사 및 가동중시험에 관한 규정)에 따라 원자로시설의 용기, 배관, 주요 펌프 및 밸브와 구조물에 대하여 시간의 경과에 따른 취약정도를 감시·평가하기 위하여 가동중검사 및 가동중시험을 10년 주기로 실시하고 그 결과를 제출하고 있다. 이와 같이 주기안전평가 내용과 기존의 요건이 중복되는 것에 대해서는 서로의 구체적 내용을 검토하여 어느 한쪽에서는 면제가 가능하리라 판단된다. 혹은 기존요건에 의한 이행결과를 PSR에서는 요약하여 정리하는 단순한 형태도 가능할 것이다.

4.4 수행범위

앞에서의 논의를 고려하여 우리 실정에 맞는 적용 범위를 결정하기 위해서는 각 안전인자에 대한 검토가 선행되어야 하며, 이들 우리 나라 원전의 운영 방법, 규제 방법 및 현재까지의 관행을 고려하여 적합한 운영 방안을 도출하여야 한다. 주기안전평가는 원자력 발전소 안전성에 대한 종합적인 평가로 매우 복잡한 업무이

다. 따라서 이를 여러 개의 인자로 구분함으로써 효율적으로 시행될 수 있다. [AEA에서는 회원국의 경험적 지식과 다양한 기술회의에서 수립된 의견을 종합하여 11개의 안전인자들[10]을 제시하고 있다. 그러나 이 11개 안전인자는 각 국가의 특수성과 각 발전소의 설계, 건설 및 운영의 차이를 고려하지 않은 일반적인 사항으로 국가별 및 각 발전소별로 서로 내용을 달리 할 수 있다. 특히 운영허가 제도의 상이점 및 규제 관리의 차이로 인하여 많은 부분이 기존에 실시되고 있는 규제요건과 중복 또는 상치될 수 있다. 따라서 실제 적용 범위는 우리 실정에 맞게 수정 보완되어야 한다. 한편 주기안전평가 내용의 상당부분은 이미 실시하고 있는 것이 많이 있어 대부분 기존에 실시했던 내용을 정리하거나 활용함으로써 해결될 수 있다. 반면에 안전해석, 경년열화, 운전경험 반영, 인적인자 등은 기존에 실시되고 있는 사항이 미흡하거나, 그 자체의 업무량이 방대하거나, 기술적 배경이 취약한 관계로 많은 노력이 소요될 것으로 판단된다.

4.5 수명연장과 연계성

다음으로 주기안전평가 내용에 영향을 줄 수 있는 요소로 운영허가제도가 있다. 우리나라는 원전의 허가 기간을 명시하여 허가하지 않고 있으며 단지 최종안전성분석보고서에 설계수명이 명시되어 있을 뿐이다. 원전의 일반 안전성은 허가 당시의 기준으로 볼 때는 설계 수명동안은 안전하다고 볼 수 있다. 따라서 설계 수명 기간동안은 허가 당시와 현재의 허가요건의 차이를 비교하여 큰 차이가 없는 경우에는 대부분 단순 비교·평가를 통해서 관련 요건의 충족 여부가 확인될 수 있으며, 구체적인 재해석이나 추가해석이 면제될 수 있다. 또한 각 주기안전평가 내용에 있어서도 모든 사항을 전부 시행하지 않고 일부 내용은 면제가 가능할 것이다. 그러나 설계 수명이 종료한 후, 주기안전평가를 수명 연장과 연계하여 실시할 경우에는 가급적 실시 당시의 허가 조건에 근거하여 전면적인 주기안전평가를 실시하여야 하며, 경우에 따라서는 [AEA에서 예시한 내용으로는 부족할 수도 있다. 수명연장과 관련하여 실시되는 주기안전평가를 확대범위(Full scope) 안전평가라 정의하면 이는 발전소 안전과 관련된 모든 사항을 재평가할 수 있도록 가능한 한 모든 부분에 대한 안전성 평가가 이루어져야 한다. 특히, 운영허가시 제출된 서류 및 이에 포함된 내용의 변경여부에 대한 고려가 있어야 할 것이다. 수명연장과 관련 없이 실시되는 주기안전평가에서는 사업자와 규제기관 사이의 협의에 의하여 부분적으로 면제가 가능하며, 운영허가 관련 서류와는 무관할 수 있다. 이렇게 부분적으로 면제된 것을 한정범위(Limited scope) 안전평가로 고려될 수 있을 것이다.

5. 최적의 재평가 모델 설정

운영허가갱신 또는 수명연장과 연계시키는 기본방향에 따라 도출 가능한 주기안전평가 모델로서 i) 모델-1은 10년 주기의 운영허가갱신을 위한 안전성재평가 모델, ii) 모델-2는 10년 단위의 수명연장과 연계를 포함한 10년 주기의 안전성재평가 모델, iii) 모델-3은 일정기간(20~30년)의 수명연장과 연계를 포함한 10년 주기의 안전성재평가 모델들에 대하여 앞에서 검토하였다. 특히 이들 모델들에 대한 장·단점 분석 및 평가는 우리나라 여건에 어떤 모델이 적합한 것인가에 대한 근간을 제시하였다.

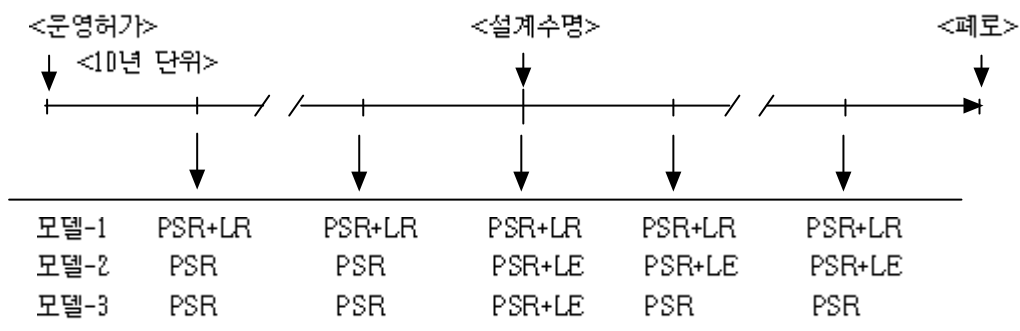
주기안전평가 모델-1은 가동원전에 대하여 10년 주기로 안전성재평가를 수행하고, 평가결과에 근거하여 운영허가를 갱신하는 것으로 10년 주기의 운영허가갱신규정을 포함하고 있는 측면에서 모델-2 및 모델-3과 차이가 있다. 그리고 동 모델은 현행법 체계상 신규허가를 받는 원전에만 적용이 가능하며 매 10년마다 운영허가갱신을 받아야 하는 사업자 입장에서는 주기안전평가 이행에 필요한 자원 및 시간에 상당한 부담이 될 것으로 사료된다. 그리고 이미 운영허가가 발급되어 가동중인 원전에 대하여는 현실적으로 설계수명기간을 운영허가기간으로 간주할 수밖에 없으므로 설계수명 이전까지는 동 모델을 적용하기 어려운 문제점이 있다.

그러나 유럽의 일부 국가들(핀란드, 헝가리 등)에서 채용하고 있는 모델-1은 주기안전평가를 토대로 원전의 안전성을 종합평가하고 그 결과의 만족여부에 따라 운영허가를 갱신하게 되므로 보다 철저하게 원전의 안전성을 보장할 수 있는 큰 장점이 있다. 따라서 이 모델에 대해서는 원전의 운영허가에 대한 개념의 재정립 등 보다 장기적인 검토가 요구된다.

주기안전평가 모델-2 및 모델-3은 PSR이 운영허가와 연계되지 않고 수명과 연계되기 때문에 운영허가기간 등에 대한 정의가 불필요하다는 것과 10년 주기의 주기안전성재평가를 이행한다는 점에서 공통점이 있지

만, 설계수명 이후에는 모델-2의 경우 수명연장이 10년 단위로 이루어지고 모델-3은 1회에 한하여 일정기간(20~30년) 동안 수명이 연장된다는 점에서 다소 차이가 있다. 그리고 모델-2의 경우 설계수명 이후에는 10년 주기로 계속적으로 PSR 및 수명연장이 병행되어 수행되지만, 모델-3의 경우 수명연장 이후에는 매 10년마다 PSR만 수행하게 된다. 따라서 모델-2의 경우 10년 단위로 수명연장이 이루어지므로 모델-3에 비해 비교적 원전의 설계수명 이후에 원전의 안전성 보증 측면에서 유리하다. 또한 규제자는 모델-3을 채택할 경우에 20~30년간 수명연장 허용여부를 평가하는데 있어서 불충분한 경험 및 관련 지식과 기술적 평가과정에서 수반되는 불확실성으로 인하여 예상될 수 있는 규제평가 결과에 대한 오류 유발의 가능성에 대한 부담이 배제될 것이다. 사업자 측면에서는 모델-3처럼 설계수명 이후에 1회로 비교적 장기간의 수명연장을 선호할 수도 있지만 설계수명 이후 발전소 안전성에 대한 불확실성을 해소하기 어려우므로 적절하지 않을 수도 있다.

앞에서 수행된 각 모델들에 대한 장·단점 분석, 우리나라의 가동원전 운영허가 현황 및 개념 등을 종합하여 볼 때, 제안된 안전성재평가 모델중 원전의 설계수명 만료 이전에는 10년 주기의 안전성재평가를 수행하고 설계수명 만료 시점부터는 10년 단위의 수명연장 허용평가 및 주기안전평가를 통합적으로 평가하는 모델-2가 가장 바람직한 것으로 판단된다.



[주] PSR: 주기안전평가, LR(License Renewal): 운영허가갱신, LE(Life Extension): 수명연장

그림 1. 가동원전 안전성재평가 모델들의 비교

6. 제도화 기본 방안

6.1 PSR 이행주기 및 시기요건

- 평가주기: 모든 상업용 원전은 주기안전평가를 10년 주기로 수행한다.
- 적용시점: PSR 이행시점은 최초 핵연료장전 시작시점을 기준으로 하는 것이 기술적으로 합리적이거나, 실제 운용상의 편의를 위하여 상업운전 개시일을 기준으로 한다.
- 기존 원전의 경과 조치: 법령 시행시점에 이미 가동년수가 10년이 초과한 원전에 대하여는 원전운영자가 규제기관과 협의하여 단계별 이행계획을 수립한다. 다만, 법령 시행후 5년 이내에 PSR을 이행하고 그 결과를 규제기관에 제출할 수 있도록 하여야 한다.

6.2 PSR 평가범위

- 원칙적으로 IAEA 안전지침(10)에 제시된 11개의 안전인자들(실제 물리적 조건, 안전성 분석, 기기검증, 경년열화, 안전성능, 운전경험 및 연구개발결과의 활용, 절차서, 조직 및 행정, 인적인자, 비상계획, 환경영향)을 PSR 이행 평가범위로 정한다.
- 세부평가범위, 안전기준, 평가에 사용될 방법에 대한 구체적 사항은 가동원전 주기안전평가 지침서(추후 개발)에서 규정된 바에 따른다.

6.3. 수명연장 관련 추가평가범위

수명연장 관련 안전성평가지 다음과 같은 평가인자들이 PSR평가범위에 추가로 고려될 수 있다.

- 발전소종합평가자료: 경년열화 대상계통, 구조물 및 기기 목록, 분석방법 및 정당성 기술, 경년열화 평가결과
- 운영 허가 근거 변경사항: 해당 원전에 적용된 규제요건 및 사업자의 이행 약속, 원전 개조 및 변경에 따라 적용된 원전의 설계기준, 기타 운영허가 근거 변경사항 목록
- 원전의 지속적인 경년열화관리 종합프로그램: 원전의 계통, 구조물 및 기기들에 대한 노화 영향 평가를 위한 계산 및 해석 결과, 수명연장기간동안 발전소의 계통, 구조물 및 기기가 의도된 기능을 수행함을 입증할 수 있는 결과 및 수명관리 방안
- 최종안전성분석보고서 개정판: 경년열화영향을 관리하기 위한 프로그램 및 활동에 대한 요약, 수명연장에 따른 연장운전 기간동안의 경년열화 영향평가에 대한 요약
- 운영기술지침서 변경사항: 연장운전 기간동안 노화영향을 관리하기 위해 필요한 운영기술지침서 변경사항 및 첨부물
- 환경영향분석보고서

이상의 수명연장과 관련된 추가 평가인자들에 대하여 PSR평가범위와 중복되는 요소는 제외될 것이며, 평가범위의 구체적 사항은 추후 개발될 가동원전 주기안전평가 지침서에서 규정한 바에 따른다.

6.4. PSR 결과 제출서류 및 제출시기 요건

- PSR 신청서 기재 사항: 신청인의 성명 및 주소, PSR을 이행하는 사업소의 명칭
- PSR 수행결과 제출서류: PSR 평가 범위 및 내용, PSR 평가 결과(원전의 취약점 및 장점 목록), 취약점에 대한 사업자 시정조치 내용
- 제출시기: 각 안전인자에 대한 일반평가요소에 대한 기술을 포함한 종합안전성평가 결과는 PSR 이행주기(시한) 만료 O 년(추후 법제화시 결정) 전까지 규제기관에 제출되어야 한다.
- 기타: 사업자는 평가과정 및 결과에 관한 자료 및 정보를 규제기관이 규제평가를 수행하는데 이용할 수 있도록 제공하여야 하고, 안전성 관련 주요 현안 및 잠재적 현안에 대해서는 규제기관에 즉시 보고하여야 한다.

6.5. PSR 이행 절차 (그림 2 참조)

- 원전 운영자가 안전성재평가를 수행하여 그 결과를 규제기관에 제출하고 규제기관은 안전성재평가 결과와 시설 변경 또는 보완 조치 계획 등을 검토하는 방식으로 수행한다.
- 규제기관은 안전성재평가 결과를 검토하여 개선이 필요한 것으로 평가될 경우 해당 사항에 대한 보완 조치 명령을 내릴 수 있다.
- 모든 시정조치의 이행 이후에 미해결 취약점을 지닌 상태에서 계속적인 운전을 허용하는 경우에는 운전허용에 따른 심층적인 위험도 평가의 수행을 사업자에게 요구할 수 있다.
- 운영운영자는 규제기관의 요구에 따라 원전의 취약점과 관련된 위험도를 평가하고 계속적인 운전을 위한 정당성을 뒷받침할 자료를 제시하여야 한다.
- 종합안전도평가 결과 불만족 판정되어 조건부 운전허용 또는 운전정지 처리된 발전소에 대해서는 사업자가 보완조치를 취한후 규제기관의 재심사를 신청할 수 있다.
- 상기 평가절차의 상세내용은 추후 개발될 가동원전 주기안전평가 지침서에서 규정될 것이다.

6.6. 수명연장 절차요건(그림 2 참조)

수명연장과 PSR이 중복될 경우의 수명연장 절차요건은 다음과 같다.

- 원전운영자는 수명연장시 PSR의 안전인자로 구성된 평가범위 이외에 수명연장과 관련한 추가 평가인자들에 대한 평가를 수행하여야 한다.
- 수명연장시 규제기관은 PSR 안전인자에 대한 평가결과 및 수명연장과 관련한 추가 평가인자에 대한 평가결과를 검토하여 그 결과에 따라 원전의 수명연장 여부를 결정한다.
- 수명연장시에는 원자력법 제21조(운영허가)에서의 운영허가 변경절차를 따라야 한다.

6.7. 기술요건 및 계속운전 허용기준

- 주기안전평가에 필요한 상세 기술요건들은 추후 개발될 가동원전 주기안전평가 지침에서 규정될 것이다.
- 계속운전 허용기준에 대하여는 가동원전 주기안전평가 지침에서 상세히 규정될 것이다.

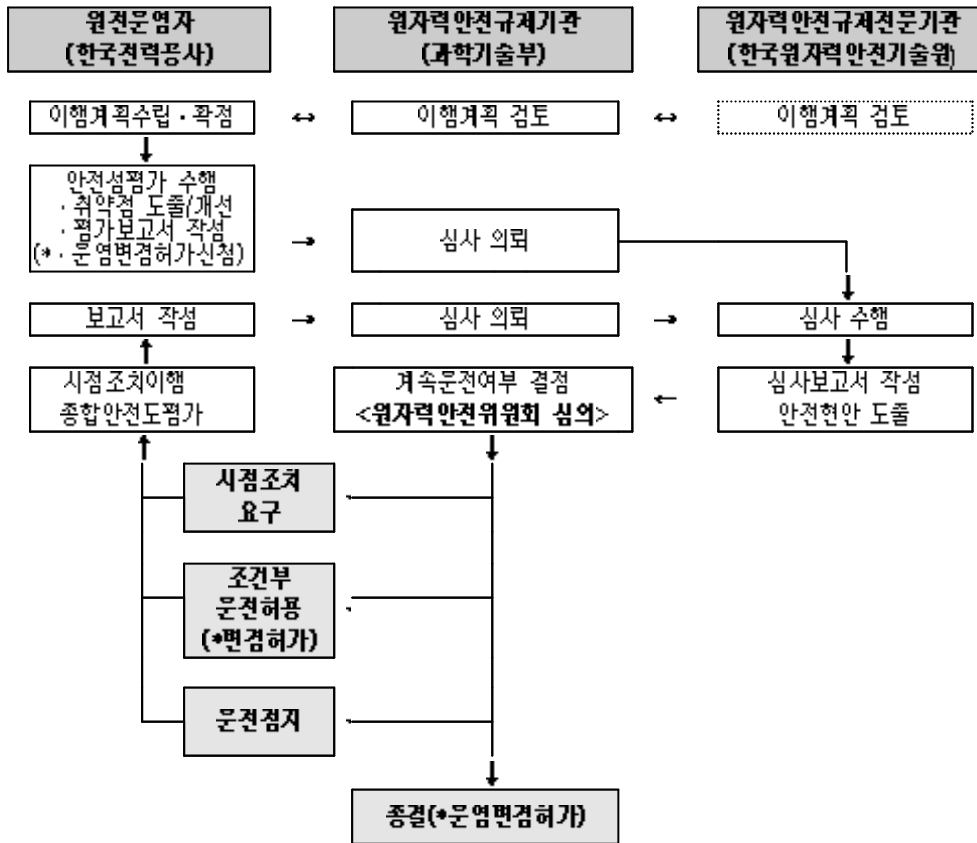


그림 2. 주기안전평가 이행절차 (* 수명연장 연계시 이행절차)

6.8. 시정조치 및 제재요건

- 규제기관은 PSR 결과 파악된 안전성 관련 취약점들과 특정 부적합 사항들에 대해서 원전운영자에게 시정 조치를 요구하는 규제명령을 내릴 수 있다.
- 원전운영자는 PSR 평가에 의한 자체 보완조치 사항 및 PSR 검토 이후 규제기관의 시정조치 요구사항에 대하여 적절한 시정조치를 취해야 한다.
- 규제기관은 원전운영자의 PSR 이행관련 법규 위반시에는 원자력법 제117조(벌칙)에 의거하여 벌칙을 통한 제재조치를 취할 수 있으며, 가동원전 안전성재평가 결과 심각한 취약점이 존재하여 원전의 계속운전에 따른 안전성 보장이 확보되지 않을 경우 원전의 운전정지를 명할 수 있다.

6.9. 업무위탁 요건

- PSR 결과의 심사를 한국원자력안전기술원에 위탁할 수 있도록 법적근거를 마련한다. 이를 위하여 원자력법 제111조(권한의 위탁) 및 동법 시행령 제323조(위탁할 수 있는 업무)의 관련조항을 보완한다.

7. 규제요건 소급적용 활성화 방안

TM사고 후속조치의 이행 등에서 경험한 바와 같이 원자력 안전에 관한 주요 정치적, 사회적 현안이 발생하였을 경우에 대비하여 정부(규제기관)의 안전성 확보 의지를 표명할 수 있는 제도적 방안을 확보하고, 사업자의 적극적인 규제요건 소급적용이 궁극적으로 주기안전평가지 유리한 요소로 작용한다는 것을 사업자에게 인식시킴으로서 사업자의 자발적인 안전성향상 노력을 유도하는 것이 바람직하다. 또한 가동원전의 주기 안전평가를 제도화하려는 시점에서 규제요건 소급적용의 제도화를 위하여 새로운 법 조항을 신설하는 것보다는 필요시 기존의 법 조항을 일부 보완하는 등의 방법을 통하여 규제요건의 소급적용의 제도적 여지를 확보해 두는 것이 합리적인 방향으로 판단되어진다. 이를 위한 규제요건 소급적용의 활성화 방안으로는 기존 법규의 관련 조항들을 활용하거나 필요하다면 하위 법령과 연계하여 일부 보완하고, 신규 원전에 대하여는 원자력법 제104조(허가 또는 지정 조건)에 근거하여 규제기관이 운영허가 발급시 주요안전 현안에 대한 사업자의 이행계획 제출을 운영허가 조건으로 부여하는 것이다.

또한 규제요건 소급적용의 객관성과 합리성을 위하여 규제기관은 규제분석을 수행하여야 하므로 규제분석에 대한 구체적 내용과 절차 등은 미국의 규제분석지침과 우리나라 행정규제기본법의 규제분석지침을 참조하여 규제분석절차서의 개발을 통하여 확립하여야 할 것이다.

B. 결론

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 가동원전에 대한 주기안전평가, 규제요건소급적용, 운영허가갱신 제도의 적용과 관련한 외국 및 IAEA의 경험과 관행을 분석하고 국내에서의 가동원전에 대한 안전성확보 관련 현황분석을 통하여 동 제도들의 국내적용 필요성과 타당성을 확인하고, 주기안전평가제도를 운영허가갱신제도 및 규제요건소급적용제도와 합리적으로 연계시킴으로써 국내실정에 적합한 가동원전 안전성재평가 제도화 방안을 수립하였다.
- (2) 가동원전 안전성재평가제도의 기본 방향, 안전성재평가의 주기 및 범위, 규제요건소급적용의 활성화 방향을 제시하였으며, 이러한 기본방향하에서 3가지 재평가 모델을 도출하였다. 도출된 3가지 모델의 공통점은 각 모델이 운영허가갱신 혹은 수명연장과 연계성을 갖는 것과 발전소 전체 가동기간에 걸쳐 10년 주기로 재평가가 이루어진다는 점이다. 운영허가갱신 혹은 수명연장과 연계성과 관련하여 첫번째 모델은 안전성재평가 결과와 후속조치 내용에 관한 규제검토 결과에 근거하여 발전소 전체 가동기간에 걸쳐 10년 주기로 운영허가를 갱신하는 것이다. 두번째 모델은 안전성재평가를 이행하고 그 결과와 후속조치 내용에 관한 규제검토 결과에 근거하여 발전소 설계수명 종료시부터 10년 주기로 수명연장을 허용하는 것이다. 세번째 모델은 안전성재평가를 이행하고 그 결과와 후속조치 내용에 관한 규제검토 결과에 근거하여 발전소 설계수명 종료시점에서 일정기간(20-30년)에 대하여 1회에 한해 수명연장을 허용하는 것이다.
- (3) 도출된 각 모델의 특성 및 장·단점 분석을 토대로 두번째 모델인 설계수명 종료시 10년 주기의 수명연장 모델을 바람직한 안전성재평가 모델로 설정하였으며, 설정된 기본방향과 모델을 토대로 구체적인 제도화 방안을 제시하고 있다. 가동원전 안전성재평가 제도화 방안은 동일원전의 안전성재평가 이행절차, 기존요건과의 연계방법, 재평가 수행범위, 재평가의 운용시기, 제출서류 및 제출시기 요건, 이행절차 요건, 기술 요건 및 계속운전 허용기준, 시정조치 및 제재 요건, 업무위탁 요건 등을 포함하고 있다.
- (4) 가동원전 안전성재평가 제도화 방안의 주요 내용을 요약하여 정리하면 다음과 같다.
 - 안전성재평가 제도화 수단 : 법제화
 - 안전성재평가 이행주기 : 10년
 - 안전성재평가 적용시점 : 상업운전 개시일을 기준
 - 안전성재평가 수행범위 : IAEA 안전지침상의 11개 항목
 - 안전성재평가 수행주체 : 원전 운영자

- 안전성재평가 운용시기
 - 안전성재평가 제도화 방안 수립 ~1999, 3
 - 안전성재평가 지침 개발 및 제도화 추진 ~2000, 3
 - 특정원전 선정 및 시범 적용 ~2001, 12
 - 제도화 및 전체 가동원전에 단계별 시행 2002, 1 ~
- (5) 설정된 가동원전 안전성재평가 방안의 제도화를 위하여 앞으로 수행되어야 할 후속 조치사항들을 도출하고 있다. 주요한 후속조치로서는 규제영향분석서의 작성, 가동원전 주기안전평가 지침서 개발, 규제요건 소급적용 관련 규제분석지침서 개발 등을 포함하고 있다.

본 연구에서 설정된 가동원전 안전성재평가 방안들은 실제적인 이행을 위하여 제도화시 법적위상이 부여되어야 할 것이며, 이에 필요한 법령시안의 작성에 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] OECD, The Periodic Safety Review of Nuclear Power Plants, Practices in OECD Countries, 1992.
- [2] S. Lee and J. I. Lee, "Systematic Review Strategy of Periodic Safety Review in Korea," Proceedings of the Int'l conf. on PSA, pp. 634-639, Seoul, Nov. 1995.
- [3] IAEA, "Reviewing the Safety of Existing Nuclear Power Plants," Proceedings of International Symposium, Vienna, pp.8 -11, Oct. 1996.
- [4] D. Goodison, "Periodic Safety Reviews of Nuclear Power Plants", Nuclear Energy, Vol. 36, No.2, pp. 137-142, Apr. 1997.
- [5] 조종철, 일본 MITI에서의 가동원전 주기적안전성평가 제도 관련 기술회의 및 '97 ASME PVP 학술회의 참석 해외 출장보고서, KINS/DR-264, 한국원자력안전기술원, 1997, 8.
- [6] 조종철 외, "가동원전에 대한 주기적안전성평가 제도화 방안", 한국원자력학회 '97추계학술발표회 논문집 (II), pp.704-711, 1997, 10.
- [7] 조종철 외, 네덜란드 KFD 및 영국 NII에서의 가동원전 주기안전평가 제도 관련 기술 회의 및 '97 PLIM + PLEX 학술회의 참석 해외출장 보고서, KINS/DR-317, 한국원자력안전기술원, 1997, 12.
- [8] 은영수 외, 원자력 규제발전을 위한 정책 방향 연구, KINS/GR-119, 한국원자력안전기술원, 1996, 12.
- [9] 조종철 외, 가동원전에 대한 주기안전평가 규제제도 확립, KINS/AR-520, 한국원자력안전기술원, 1997, 12.
- [10] IAEA, Periodic Safety Review of Operational Nuclear Power Plants, A Safety Guide", Safety Series No. 50-SG-O12, Vienna, 1994.
- [11] IAEA, The Safety of Nuclear Installation," [AEA Safety Series, No. 110, Vienna, 1993.
- [12] IAEA, Convention on Nuclear Safety, Vienna, 1996.
- [13] IAEA, Guidelines Regarding National Reports Under the Convention on Nuclear Safety, Oct. 1996.
- [14] 장순홍 외, 원자력환경 변화에 따른 안전규제 정책현안 평가, KINS/HR -212, 한국과학기술원, 1998, 3.
- [15] USNRC, 10CFR50 and 54, 1997.
- [16] USNRC, Backfitting Guidelines, NUREG-1409, July 1990.