

〈그림 1〉 원자력안전위원회 의결 사항

의 안전성을 보장할 수 있다고 확신 되어져 왔다.

그러나 원전의 가동 연수의 증가와 노후화에 따른 새로운 안전 현안의 발생, 경험적 지식의 축적, 안전 개념 변천에 따른 안전 기준의 변화 및 해석 기법의 진보 등으로 기존의 안전성 보장 활동만으로는 가동 원전의 안전성을 보장할 수 있는지에 대한 의문이 제기되고 있다.

특히 가동 원전이 신규 원전에 적용되는 안전 기준을 어느 정도까지 만족시킬 수 있는가에 대한 불확실성과 의구심이 커짐에 따라 신규 원전 뿐만 아니라 가동 원전에 대하여도 보다 높은 수준의 안전성 확보를 위한 구체적인 대책을 수립하여야 한다는 공공의 요구가 높아지고 있다.

가동 원전에 대한 안전성 향상 및

확인을 위하여 기존의 방법에 추가하여 포괄적이고 체계적인 안전성 평가 수행의 필요성이 인식되어, 상업용 원전을 보유하고 있는 많은 국가들이 기존의 안전성 보장 노력과 더불어 주기적으로 체계적이고 종합적인 안전성 평가(주기적 안전성 평가: Periodic Safety Review: PSR)를 수행하고 있다.

또한 신규 부지 선정의 어려움을

보완하고 발전 시설의 투자 비용 절감 및 유용한 발전 자원의 활용 극대화를 도모하기 위하여 주기적 안전성 평가 결과를 원전 수명 연장 결정의 근거 자료나 혹은 운영 허가 갱신의 절차적 요건으로 적용하기도 하고 있다.

한편 일부 국가에서는 안전 현안 및 새로운 규제 요건의 발생시 가동 원전에 대하여 이를 소급 적용하여 안전성을 확인하는 방법을 채용하고 있다.

주기적 안전성 평가 제도를 채용하고 있지 않는 미국은 동 제도를 대체할 수 있는 다양한 체계적 원전 안전성 평가 및 감시 프로그램을 운용하고 있고 또한 별도의 운영 허가 갱신 제도를 채용하고 있다.

## 2. 국제 규범상의 가동 원전 안전성 평가

국제원자력기구(IAEA)는 가동 원전의 안전 수준 저하를 방지하고 나아가 실행 가능한 정도까지 안전 수준을 개선시키기 위해서는 주기적 안전성 평가를 수행하는 것이 가장 효과적인 정책임을 인식하고, 원전 운영국들에게 이 제도의 도입을 적극 권장하면서 이의 이행에 관한 안전지침[2]을 제시해 놓고 있다.

현재 우리 나라도 가입하고 있는 IAEA 주관의 원자력안전협약에서도 원전의 수명 기간 동안 포괄적이고 체계적인 안전성 평가의 수행

과 안전성 평가시 운전 경험과 최신 정보의 지속적인 반영을 요구하고 있다.

한편 1999년 4월 IAEA 본부에서 개최된 원자력안전협약 제1차 검토 회의에서는 대부분의 국가에서 10년 주기의 안전성 평가가 시행되고 있으며, 주기적 안전성 평가에는 안전 해석과 운전 경험 평가이외에 부지의 특성, 내진 재평가, 외부 요인 고려 및 노화 관리 프로그램 등이 포함되어 있음이 확인되었다.

## 3. 제도 도입의 필요성

우리 나라의 경우 원전 건설 및 운영 허가 당시에는 광범위한 인·허가 심사가 이루어지는 데 반하여, 운전 연수가 10년 이상인 원전을 상당수 운영하고 있어 가동 원전 안전성의 중요성이 날로 증가하고 있으나 아직까지 주기적 안전성 평가 제도 뿐만 아니라 원전의 노후화에 따른 안전성을 평가할 수 있는 제도가 구체화되어 있지 않다(표 1).

특히 우리 나라 최초의 원전인 고리 1호기가 1978년 가동을 시작하여 이제 8년 후면 설계 수명이 도래하는 등 원전의 노후 안전성에 대한 대책이 조속히 수립되어야 할 시점에 이른 것 같다.

또한 고리 1호기 및 월성 1호기와 같이 구형 원전의 경우 초기 운영 허가 당시에 법적 요건, 안전 기준 및 요건 등이 미흡한 상태로 운전이

시작되었기 때문에 현재의 안전 기준 및 기술의 관점에서 원전의 안전성이 적절히 유지되고 있는지 종합적인 검토가 이루어져야 할 것이다.

한편으로 운영 허가 갱신 절차에 대하여 명확하게 법규화되어 있지 않아, 2008년 설계 수명이 도래하는 고리 1호기의 경우 계속 운전에 대한 혼선의 여지가 있다.

따라서 우리 나라도 가동 원전들에 대하여 높은 수준의 안전성을 보장하고, 원자력안전협약의 의무 사항 이행에도 효과적으로 대처할 수 있는 제도적 방안을 강구하여야 할 것이다.

또한 가동 원전의 수명 연장에 의한 발전 시설의 투자 비용 절감과 유용한 발전 자원의 활용 극대화를 도모하기 위한 측면에서도 가동 원전의 안전성 보장을 위한 확고한 제도의 설정이 요구되어진다.

국제 규범을 존중하면서 우리 나라 실정에 적합한 주기적 안전성 평가 제도의 채용은 이제 더 미룰 수 없는 중요한 당면 과제이다.

### 주기적 안전성 평가 운용 현황

#### 1. IAEA 지침 개요

IAEA 안전지침[2]에서는 주기적 안전성 평가(PSR)의 정의·목적·평가 대상 및 절차 등 PSR과 관련된 내용을 포괄적으로 다루고 있다.

IAEA 안전지침에서는 PSR을

〈표 1〉 국내 가동 원전 현황

원전	운영 허가	핵연료 정전	초임계	상업 운전	설계 수명 기간	설계 수명 연도(※)
고리 1	1972. 5. 31	1977. 4	1977. 6. 19	1978. 4. 29	30	2008
고리 2	1983. 8. 10	1983. 2	1983. 4. 9	1983. 7. 25	40	2023
고리 3	1984. 9. 29	1984. 9	1985. 1. 1	1985. 9. 30	40	2025
고리 4	1985. 8. 7	1985. 8	1985. 10. 26	1983. 4. 29	40	2026
월성 1	1978. 2. 15	1982. 8	1982. 11. 21	1997. 4. 22	30	2013
월성 2	1996. 11. 2	1996. 11	1997. 1. 27	1997. 7. 1	30	2027
월성 3	1997. 12. 30	1997. 12	1998. 2. 20	1998. 7. 1	30	2028
월성 4	1999. 2. 8	1999. 2	—	1999. 9. —	30	2029
영광 1	1985. 12. 23	1985. 12	1986. 1. 31	1986. 8. 25	40	2026
영광 2	1986. 9. 12	1986. 9	1986. 10. 15	1987. 6. 10	40	2027
영광 3	1994. 9. 9	1994. 9	1994. 10. 13	1995. 3. 31	40	2035
영광 4	1995. 6. 2	1995. 6	1995. 7. 7	1996. 1. 1	40	2035
울진 1	1987. 12. 23	1987. 12	1988. 2. 25	1988. 9. 10	40	2028
울진 2	1988. 12. 29	1988. 12	1989. 2. 25	1989. 9. 30	40	2029
울진 3	1997. 11. 8	1997. 11	1997. 12. 21	1998. 8. 11	40	2038
울진 4	1998. 10. 29	1998. 10	—	1999. 12. 31	40	2039

주 : \* - 상업 운전 개시일 기준

'가동 원전에 대해 경년 열화, 시설 변경, 운전 경험, 기술 발전 등과 같은 누적된 영향을 다루고 원전 운전 기간 동안 고도의 안전성을 보증하기 위하여 일정 주기로 수행되는 체계적인 안전성 재평가'로 정의하고 있다.

또한 PSR은 가동 원전이 현재의 안전 기준과 관행의 관점에서 안전 한지와 안전을 유지하기 위해 적절한 대책이 이행되고 있는가를 종합적으로 평가하기 위한 것임을 목적으로 제시하고 있다.

그러나 현재의 안전 기준들을 모두 만족시켜야 하는 것은 아니다.

현재의 안전 기준들과의 비교를 통해서 도출된 취약점이 있으나 수정 혹은 보완이 현실적으로 어려운 사항(예 : 내진 설계, 발전소 배치)에 대해서는 이들 취약점으로부터 야기되는 위험도를 평가하여 계속 운전 여부에 대한 정당성을 평가하여야 한다는 것이다. 이러한 위험도를 평가하기 위하여 확률론적 안전성 평가 기법의 사용을 권장하고 있다.

안전지침에서는 안전성 평가를 10년 주기로 수행하도록 권고하고 있으며, 안전성 평가시 고려해야 할 11개의 안전 인자를 제시하고 있다.

안전 인자에는 원전의 실제 물리

적 조건, 안전성 분석, 기기 검증, 경년 열화 관리, 안전 성능, 운전 경험과 연구 결과의 활용, 절차서, 조직 및 행정, 인적 인자, 비상 계획 및 환경 영향을 포함하고 있다. 11개의 안전 인자와 각 안전 인자에 따른 평가 범위는 〈표 2〉에서 보는 바와 같다.

또한 수행 절차에 있어서 PSR 수행의 책임은 원전 운영자에게 있으며, 규제자는 PSR 이행 요건을 설정하고 수행 결과 및 그에 따른 시정 조치 혹은 적절한 인·허가 조치를 취할 책임과 그 결과를 국민에게 알릴 책임이 있음을 규정하고 있다.

## 2. 각국의 운용 현황

### 가. 미국

미국은 PSR 제도를 채용하고 있지는 않지만, 이를 대체할 수 있는 다양하고 체계적인 안전성 평가 프로그램의 운용을 통하여 그 이상으로 가동 원전 안전성을 평가 및 확인하고 있다.

미국원자력규제위원회(USNRC)는 비교적 오래된 가동 원전에 대한 설계 재평가 및 안전성 확인을 위하여 1977년 체계적 평가 프로그램(SEP)을 시행하였으며, 이어서 1984년에는 종합 안전성 평가 프로그램(ISAP)을 수행하여 가동 원전의 안전성을 재평가하였다.

또한 가동 원전의 수명 연장과 관



〈표 2〉 IAEA의 안전 인자 및 평가 범위

안전 인자	평가 범위
1. 실제 물리적 조건	○ 원전 구조물, 계통 및 기기의 실제 물리적 상태 파악 및 평가
2. 안전성 분석	○ 발전소 실제 상태, 예상되는 수명 말기 상태와 현행 해석 방법, 안전 기준 등을 고려한 기존 안전성 분석의 타당성 평가 - 기존 안전 해석 기법의 타당성 - 공통 원인 사고, 교차 결합(Cross-links) 사고 가능성 - 결정론적 방법을 기본으로 확률론적 방법 병행 권장 ○ 지진·홍수·기상·인구 분포 등을 고려한 부지 특성 평가
3. 기기 검증	○ 안전 관련 장비들에 대한 규정 및 안전 기능 수행 가능성 검증 이행 실제 평가 및 품질 보증 이행 현황 평가 - 수명 기간 동안 안전 기능 수행 보증 증거 제시 및 문서화 - 경년 열화·변경·보수·정비·교장·교체·비정상 운전 조건·이력
4. 경년 열화	○ 원전 안전 여유도 유지를 위한 노후화 관리 실제 및 향후 관리 계획의 적절성 평가 - 구조물 및 기기/계통 미래 상태 예측 - 성능 저하 사점 예측 및 감지, 적절한 보수 및 완화 조치 - 경년 열화 프로그램 및 안전 여유도 유지 계획
5. 안전 성능	○ 원전의 안전 성능 및 운전 경험 기록 경향 분석 - 안전성 관련 사건, 안전 계통 이용 불능도 - 방사선 피폭, 폐기물 발생 및 유출 - 운전 기록·보수·시험·검사·교체·변경 기록 평가 - 안전 성능 지표 이용
6. 운전 경험/연구 결과 활용	○ 운전 경험 및 기술 개발 결과의 반영 활동 평가 - 반영 체계, 현황 및 성과 등을 검토
7. 절차서	○ 원전 운전·보수·점검·시험·변경 및 비상 대응 절차의 적절성 평가 - 운전·보수·점검·시험·작업 허가 및 방사선 방호 절차 및 변경 절차 - 발전소 설계, 하드웨어의 변경 관리·통제 절차
8. 조직 및 행정	○ 조직 및 행정의 원전 안전 운전에 대한 적합성 평가 - 안전 운전에 대한 적합성 - 관리·배치(형상) 조정·기술 및 계약 자원·훈련·품질 보증·기록·법령 준수 등
9. 인적 인자	○ 원전 안전 운전 관련 각종 인적 인자들의 상황 평가 - 직위 구성·채용·훈련·절차서 형태·인간-기계 연계 등
10. 비상 계획	○ 사업자의 비상 대비 계획, 인력 및 시설/장비 확보 상태와 국가 차원의 준비·조정 및 정기 점검 실제 평가
11. 환경 영향	○ 사업자의 적정 원전 환경 영향 감시 프로그램 확보 여부 확인

련하여 1995년 운영 허가 갱신 제도를 신설하였으며, 규제 요건 소급 적용 및 보수 규정의 적용, 개별 원전 안전성 평가(IPE)의 시행 및 원전 운영 실적 평가(SALP) 등의 통하여 가동 원전의 안전성을 주기적으로 확인하고 있다.

1977년 최요령 10개 원전에 대해 SEP를 수행하였고, 1984년에 ISAP으로 변경하여 41개 구형 원전들에 대하여 안전성 평가를 수행·완료하였다.

한편 1995년 확정된 운영 허가 갱신 규정에 따라 1998년 콜버트 클리프스(Calvert Cliffs) 원전 1·2호기와 오코니(Oconee) 원전 1·2·3호기에 대한 운영 허가 갱신 신청이 미국원자력규제위원회(USNRC)에 제출되어 현재 심사가 진행중에 있다.

**나. 영국**

1980년 초부터 사업자와 규제자간의 합의하에 장기 안전성 평가(LTSR)로 수행되어 오다가 1990년대 초에 PSR 수행이 허가 조건-15로 부과되었다.

모든 가동 원전에 대하여 10년 주기의 PSR을 수행하고 있으며 PSR 결과를 토대로 원전의 계속 운전 여부를 결정하고 있다.

콜더홀(Calderhall) 및 차펠크로스(Chapelcross) 원전에 대하여 1982년에 LTSR을 처음 시작하였으며, 그 이후에 전 마그녹스(Magnox)

원전 및 가스냉각(AGR) 원전에 확대 적용하였다.

영국의 규제 기관인 원자로검사국(NII)은 1990년 콜더홀 및 차펠크로스 원전에 대하여 2차 PSR 결과를 토대로 40년까지의 계속 운전을 허용하였으며, 1996년 3차 PSR을 통하여 50년까지의 계속 운전을 허용하고 있다.

또한 1998년 올드버리(Oldbury) 원전에 대하여 40년까지의 계속 운전을 허용하였다.

**다. 프랑스**

1987년 프랑스의 규제 기관인 산업성 원자력시설안전국(DSIN)은 기본 원자력 시설 관련 법령에 의거하여 CP0-시리즈 900MWe급 6기의 원전(Fessenheim 2기 및 Bugey 4기)에 대하여 안전성을 재평가하도록 전력공사(EDF)에게 요구하였다.

그리고 1990년 1월에는 산업성 장관 및 보건성 장관이 수시로 사업자에게 시설 안전성 검토를 요청할 수 있도록 관련 법령을 개정하였으며, 이에 따라 규제 기관은 매 10년 주기로 사업자가 PSR을 수행하도록 요구하였다.

CP0-시리즈 발전소 6기에 대하여 사업자가 1988년에 PSR을 착수하여 1995년에 완료하였고, 1990년 7월부터 CP1 및 CP2-시리즈 원전 28기에 대한 PSR을 현재 수행중에 있다.

**라. 일본**

일본의 원전 규제 기관인 통상산업성(MITI)은 1992년에 원전 운영자들에게 PSR을 수행하고 그 결과를 보고하도록 통지하였다.

이러한 통지는 권고의 형식을 취하고 있지만, 일본의 원자력 안전 규제 관행상 강제성을 내포한 것으로 모든 원전 운영자들이 이를 따르고 있다.

1994년 3개의 원전(쓰루가 1호기, 미하마 1호기, 후쿠시마 1호기) 및 1995년에 4개의 원전(미하마 2호기, 시마네 1호기, 후쿠시마 2호기, 겐카이 1호기)에 대하여 PSR 평가를 완료한 바 있다.

1997년에 4개의 원전(다카하마 1호기, 다카하마 2호기, 후쿠시마 3호기, 하마오카 1호기)에 대하여 현재 PSR이 완료되어 결과에 대한 심사가 진행중에 있다.

한편 일본의 3개 전력 회사는 운전 개시 후 30년이 지난 쓰루가 1호기, 미하마 1호기, 후쿠시마 1호기에 대해 원전 수명을 60년까지 연장하기 위하여 1998년 2월 안전성 평가 보고서를 통산성 산하 자원에너지청에 제출하였다.

최근 자원에너지청은 10년 주기의 종합적인 안전성 평가 등 적절한 관리가 이루어진다면 60년까지의 연장 운전이 기술적으로 가능하다는 보고서를 발표한 바 있다.

**마. 기타 국가의 현황**

캐나다는 통상 2년(6개월~5년) 주기로 원전의 안전 수준과 운영 성적 등을 종합적으로 평가하여 운영 허가 기간을 갱신해 주는 독특한 규제 제도를 채용하고 있다.

CANDU-6 원전의 설계 수명은 30년이지만, 이미 Ontario-Hydro사는 발전소 설비를 유지·보수하는 경영 관리 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 수명 관리 프로그램이 수행중에 있다.

스웨덴의 안전 규제 기관인 국립 원자력감사소(SKI)는 원자로안전위원회의 권고에 따라 PSR 성격인 운영중 안전성 평가(As-Operated Safety Review)를 8~10년 주기로 이행하고 그 결과 보고서(ASAR) 제출을 의무화하는 규칙을 제정하여 1981년부터 시행하고 있다.

이에 따라 가장 오래된 원전인 Oskarshamn 1호기의 PSR이 1981년에 최초로 착수되어 1983년에 완료된 이래 단계적으로 전발전소가 PSR에 대한 결과 보고서를 제출하였고 1995년도에 모든 원전에 대해서 첫 주기의 PSR을 완료하였다.

독일의 경우 1988년부터 원자로

안전위원회(RSK)가 모든 원전에 대하여 PSR 이행을 권고하고 사업자들이 자발적으로 수행하는 형식을 채용하고 있으며, 일부 원전에 대해서는 10년 운전 후의 PSR 이행이 인·허가 조건으로 부과되어 있다.

1993년 1월에 900MWe급 BWR 노형인 KKP1 원전에 대한 PSR을 시작하여 1995년도에 수행·완료하였으며, 2000년전까지 최신 원전인 Konvoi 원전에 이르기까지 모든 가동 원전들에 대한 첫 주기 PSR이 수행될 예정에 있다.

네덜란드 원자력안전국(KFD)은 1989년에 규제 요건 소급 적용 정책을 채택하고 원전 사업자에게 10년 주기로 가동 원전의 PSR을 수행할 것을 요구하였다.

이에 따라 60MWe급 Dodewaard 및 80MWe급 Borssele 원전에 대하여 1990부터 시작하여 7년에 걸쳐 PSR이 수행되었고, 그 결과가 규제 기관에 제출되어 평가된 바 있다.

### 3. PSR 운용 경험 분석

우선 각국의 PSR 수행 근거를 살펴보면, 법적 요건(영국·핀란드·헝가리·스웨덴) 혹은 운영 허가 조건(벨기에·독일의 경우 신규 원전)으로 명시하고 있거나, 구체적인 법적 제도가 마련되어 있지 않은 경우 규제 권한(프랑스·일본·스위스·네덜란드·스페인·독일의 경우 기존 원전)에 의하여 PSR의 이

행이 요구되고 있다.

구체적인 이행 방법에 있어서는 다소 차이가 있으나, 기본적으로 IAEA 안전지침을 따르고 있다.

대부분의 PSR 운용국들은 기본적으로 IAEA 안전지침을 따르면서 국내 요건, 국제 기준 및 관행 등을 고려하여 사업자 및 규제 기관의 합의하에 자국의 실정에 적합한 수행 범위 및 내용을 정하고 있다.

PSR 범위는 각국에 따라 차이가 있으나, 모든 국가들에서 공통적인 분야는 운전 경험 분야와 현행 해석 기법을 사용한 안전성 분석 분야인 것으로 나타났다.

안전성 분석의 경우 초기 단계에서는 결정론적 방법으로 먼저 수행하고 적절한 경험 축적과 여건 조성 후에 확률론적 안전성 평가를 후속으로 수행하는 방식을 채용하고 있다.

대개의 경우 원전 운영자가 PSR을 수행하고 규제 기관이 그 결과를 심사하는 체계를 채택하고 있다.

최초 PSR 수행시에는 사업자측에서 원전 1기당 약 50~100인·년(m-y), 규제자측에서 5~10인·년 정도 소요되지만, 후속 수행시에는 현저히 감소한다.

또한 수행의 소요 기간에 있어서 일반적으로 최초 수행시에는 대개 2년 이상의 기간이 소요되나, 후속 수행시부터는 1~2년 소요되는 것으로 나타났다. IAEA 안전지침에

서도 18개월로 예측하고 있어 대략적으로 일치하고 있다.

PSR을 수행하고 있는 각국의 제도 운용 현황은 <표 3>에 요약 정리되어 있다.

#### 4. 국내 안전성 평가 현황

우리 나라는 가동 원전에 대해 핵연료 교체시마다 교체되는 노심의 안전성을 평가하고 있으며 안전 관련 시설 변경을 위하여 안전성 분석을 수행하고 있다.

그리고 원전의 안전성 및 지속적인 운전 능력을 평가하기 위하여 20개월 주기의 계획 예방 정비 기간 동안 가동중 시험(IST) 및 가동중 검사(ISI) 등을 포함한 안전 점검을 수행하고 있다.

또한 원전의 안전성을 종합적으로 확인하기 위하여 사업자는 자발적으로 확률론적 안전성 평가(PSA) 기법을 이용하여 가동 원전에 대한 안전성 평가를 단계적으로 실시하고 있으며, 그 결과를 토대로 원전의 안전성 증진 노력을 경주하고 있다. 고리 1·2 호기, 울진 1·2 호기 및 월성 1호기를 제외하고는 개별 원전 안전성 평가(IPE) 계획에 따라 가동 원전에 확률론적 안전성 평가를 완료한 상태에 있다(표 4).

이외에도 품질 보증 계획 수립 및 시행, 원전 주재관에 의한 일상 검사, 원전 주변 환경 영향 조사, 주요 사건/현안 발생시 특별 점검 등

<표 3> 각국의 PSR 제도 운용 현황

국가명	설계 수명(년)	운영 허가 기간(년)	평가 주기(년)	규제 근거	허가 갱신 규정
한국	30~40	제한 없음	제도 미채용	—	없음
미국	30~40	최장 40	타제도 대체	규제 권한	있음
캐나다	30	0.5~5	제도 미채용	—	있음
핀란드	30~40	10	10	규제 규정(허가 갱신과 연계)	있음
스페인	30~40	2	10	규제 권한	있음
프랑스	30~40	제한 없음	10	규제 권한	없음
일본	30~40	제한 없음	10	규제 권한(훈령)	없음*
영국	20~40	제한 없음	10	규제 규정	없음*
스웨덴	30~40	제한 없음	10	규제 규정(규칙)	없음
독일	30~40	제한 없음	10	기존 원전 : 규제 권한 신규 원전 : 허가 조건	없음
스위스	30~40	제한 없음	10	규제 권한	없음
네덜란드	25~30	제한 없음	10	규제 권한(Backfitting정책)	없음
벨기에	30~40	제한 없음	10	허가 조건	없음
헝가리	30~40	제한 없음	10	규제 규정(허가 갱신과 연계)	있음

주 : \* - 정기 검사 후 계속 운전

<표 4> 개별 원전 안전성 평가 수행 현황

	수행 범위		
	Level I	외부사건	Level II
고리 1·2	●	●	●
고리 3·4	●	●	○
영광 1·2	●	●	○
영광 3·4	●	●	●
월성 1	○	○	○
월성 2·3·4	●	●	●
울진 1·2	○	○	○
울진 3·4	●	●	●

● : 완료 ○ : 수행중 ○ : 예정

을 통하여 가동 원전의 안전성을 평가·확인하고 있다.

한편으로는 원전의 수명 연장 현

안을 중심으로 연구가 수행되고 있고, 특히 고리 1호기를 대상으로 한 원전 수명 관리 연구가 활발히 수행

중에 있다.

그러나 가동 원전의 가동 연수 증가에 따른 종합적인 안전성을 체계적으로 평가하기 위하여 국제원자력기구가 제안하고 있고 또한 대부분의 원전 보유국에서 수행하고 있는 형태의 안전성 평가가 국내에서는 이루어지지 않고 있다.

따라서 노후 원전들의 안전 관리를 비롯하여 거대해지고 있는 원전 사업의 전반적인 운영 과정에 있어서 안전성이 확고히 보장될 수 있도록 효과적인 안전성 평가 제도를 도입하는 것이 요구되고 있다.

**주기적 안전성 평가 제도 도입 방안**

**1. 평가 주기**

가동 원전의 주기적 안전성 평가는 가동 원전의 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 안전지침에서도 경험에 근거하여 과학 기술 및 해석 기법의 중대한 변화 가능성, 안전 기준 및 관련 기술의 변화, 경년 열화의 누적 효과에 대한 평가 필요성, 발전소 운영 조직 뿐만 아니라 규제 담

당 조직의 변화 등을 감안하여 10년 주기가 적절함을 제안하고 있다.

그리고 10년 이상으로 주기가 길어질 경우에는 사업자·운전원 및 규제 기관 내에 경험이 있는 상당수의 직원들이 이직할 수도 있어, 이전의 주기적 안전성 평가 이행에서 얻어진 지식 및 경험이 전수되지 못하는 등 연속성이 상실될 가능성이 높음을 문제점으로 제시하고 있다.

이러한 IAEA의 안전지침에서의 주기 개념을 고려하여 주기적 안전성 평가를 채용하고 있는 모든 국가들이 주기를 10년으로 정하고 있으며, 이행 경험을 통하여 합리적이고 효과적인 주기인 것으로 밝혀지고 있다.

국내 법적 여건으로 볼 때, 원자력법 시행규칙 제115조의 별표 6에 따르면 원자로 시설의 검사(자체·정기·품질 등)기록, 핵연료 물질 관련 기록, 방사선 안전 관련 기록을 포함한 대부분의 기록에 대한 보존 연한이 10년으로 되어 있다.

과기부고시 제98-10호(원자력 관계 시설 방사선 환경 영향 평가서 작성 등에 관한 규정)에서는 원전의 환경 영향 평가를 위하여 인구조사를 10년 주기로 규정하고 있다.

또한 과기부 고시 제98-15호(원자로 시설의 가동중 검사 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 수명 기간중 보관하도록 규정하고 있으나, 이는 자율적인 것이지 법적인 요건이 아니므로 10년 초과시에는 관련 기록의 보존성이 보장되지 않을 수도 있다.

이상에서 검토한 바와 같이, 평가 주기는 IAEA 안전지침의 제안과 각국에서의 운영 경험, 과학 기술의 변천 주기, 현행 원전 안전 보장 활동의 주기, 기존의 안전성 평가 수행 경험의 활용 연속성, 문서 및 기록의 보존 기간 등을 고려할 때 안전성 재평가의 주기를 10년으로 정하는 것이 가장 합리적이라고 판단된다.

**2. 평가 범위 및 내용**

주기적 안전성 평가는 원전 안전성에 대한 종합적인 평가로 매우 복잡한 업무이다. 따라서 적합한 평가 범위의 설정을 위하여는 다양한 안전 인자에 대한 검토가 선행되어야 하며, 원전의 운영 방법, 규제 방법 및 현재까지의 관행을 고려하여야 한다.

IAEA에서는 회원국의 경험적 지식과 수 차례의 전문가 회의에서의 의견을 종합하여 11개의 안전 인자를 제시하고 있다.

그러나 이 11개 안전 인자는 각



국가의 특수성과 개개 발전소의 설계·건설 및 운영의 차이를 고려하지 않은 일반적인 사항으로 국가별 및 발전소별로 서로 내용을 달리 할 수 있다.

특히 운영 허가 제도의 상이점 및 규제 관리의 차이로 인하여 많은 부분이 기존에 실시되고 있는 규제 요건과 중복 또는 상치될 수 있다.

따라서 IAEA에서 제시한 안전 인자 및 평가 범위의 국내 적용성 및 난이도에 대한 검토와 우리나라의 원자력 여건과 운전 현황 등을 고려하여 합리적인 평가 범위가 설정되어야 할 것이다.

현재까지의 연구 결과로는 IAEA 안전지침에서 제시하는 11개의 안전 인자가 가동 원전의 안전성 확인에 적합한 요소인 것으로 판단된다.

다만 이들 안전 인자에 대한 실제 적용에 있어서의 구체적인 세부 평가 내용, 평가의 심도 등은 우리나라의 제반 여건 등을 고려하여 결정되어야 할 것이다.

IAEA에서 제시한 안전지침상의 요건과 국제적 관례의 적극적인 수용은 원자력 안전에 대한 국제적 신뢰도 확보와 더불어 국민의 신뢰도 확보에도 유익할 것으로 보인다.

한편 이들 안전 인자 내용의 상당 부분은 우리나라에서 이미 실시되고 있어 기존에 실시하고 있는 내용을 정리하거나 활용함으로써 해결될 수 있다.

그러나 안전 해석, 경년 열화, 운전 경험 반영, 인적 인자 등은 기존에 실시되고 있는 사항이 미흡하거나 기술적 배경이 취약한 관계로 또한 그 자체의 업무량이 방대하기 때문에 많은 노력이 소요될 것으로 판단된다.

IAEA 안전지침에 있는 각 안전 인자의 내용과 이들의 국내 적용성 및 난이도에 대한 분석 결과는 다음과 같으며, <표 5>에 요약되어 있다.

**가. 원전의 실제 물리적 조건**

원전 구조물, 계통 및 기기의 실제 물리적 상태를 파악하고 평가하기 위한 것으로, 현재 유효한 기록이 원전 상태를 정확히 나타내는가를 확인하기 위해서 평가되어야 한다.

실제적으로는 원전 배치라든가, 운전 조건 등으로 인하여 필요한 검사를 수행하지 못할 수 있기 때문에 원전의 특정 영역에 대해서는 실제의 물리적인 조건을 확인하지 못할 수 있다.

이러한 영역들은 안전에 대한 중요성에 따라 별도의 방법으로 평가되어야 한다. 그리고 자료가 부족한 경우에는 일반적인 자료를 사용하거나 추론할 필요가 있고, 경우에 따라서는 특별한 시험이나 검사가 요구될 수도 있다.

일반적으로 우리나라에서는 원전의 수명 기간 동안 예견되는 물리

적 상태를 최종 안전성 분석 보고서에 비교적 충실히 담고 있고 특별한 변동 사항이 있으면 이를 개정·관리하고 있다.

또한 주요 안전 관련 계통에 대해서는 가동중 시험 및 검사를 통하여 그 상태를 파악하고 있으므로 이 요소에 대한 비중은 비교적 낮으며 쉽게 평가될 수 있다.

**나. 안전성 분석**

원전의 현재 상황, 현행 해석적 방법 및 안전 기준, 예상 수명 말기 상태 등을 고려하여 기존의 안전성 분석이 어느 정도 타당성을 유지하는지를 평가하기 위한 것이다.

실제 원전 설계를 바탕으로 구조물, 계통 및 기기의 현재 상태와 예상되는 수명 말기 상태를 반영하고, 원전 설계와 원전 부지에 적절한 모든 가상 초기 사건을 고려하여 현재의 안전성 분석을 갱신해야 한다.

특히 원전 사업 초창기에 건설된 원전에서는 교차 결합 사고의 잠재성과 공통 원인 사고의 가능성이 충분히 고려되지 않은 경우가 있으므로 이에 대한 체계적인 평가가 이루어져야 한다.

확률론적 안전성 평가의 수행이 필수적인 것은 아니지만, 교차 결합 사고의 문제점을 도출하고 원전 설계 및 운전에 심각한 취약점이 없음을 확인하는 데 도움을 줄 수 있다.

안전성 분석은 그 범위가 매우 넓으며, 원전 사업 초창기에 허가된

〈표 5〉 IAEA 안전 인자의 국내 적용성 및 난이도

안전 인자	국내 적용성	난이도
1. 실제 물리적 조건	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 최종 안전성 분석 보고서에 비교적 충실히 반영</li> <li>○ 가동중 시험 및 검사를 통하여 그 상태를 파악</li> </ul>	쉬움
2. 안전성 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 현행 규제 요건과 차이가 있을 경우 추가 보완 필요</li> <li>○ 교차 결합 및 공통 원인 사고 고려에서 어려움</li> <li>○ PSA 수행시 범위 및 원전 고유 자료의 어려움</li> </ul>	어려움
3. 기기 검증	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 품질 보증 프로그램 및 보수 정비 결과 활용</li> <li>○ 가동중 검사 및 가동중 시험 결과 이용</li> <li>○ 기기의 이력 및 검증 자료 보유에 따라 난이도</li> </ul>	보통(어려움)
4. 경년 열화	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기술 능력과 프로그램 수립 미흡</li> <li>○ 설계 예측보다 심각한 열화 경우 특별한 노력 필요</li> <li>○ 초기에는 많은 노력과 비용 수반</li> </ul>	어려움
5. 안전 성능	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기초 자료 기 확보</li> <li>○ 체계적인 분석 방법론 미흡</li> </ul>	보통
6. 운전 경험/연구 결과 활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 부분적 실시로 체계성 부족</li> <li>○ 사안에 따라 많은 노력 필요</li> <li>○ 규제 요건 소급 적용의 충실한 이행 필요</li> </ul>	보통(어려움)
7. 절차서	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 품질 보증 기준에 따라 기 실시 및 검사 확인</li> <li>○ 설계 변경 및 타원전 사례의 적절한 반영</li> </ul>	쉬움
8. 조직 및 행정	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 운영 기술 지침서 및 품질 보증 기준에 따라 기 실시</li> <li>○ 운전 조직에 대한 객관적인 검토 필요</li> </ul>	쉬움
9. 인적 인자	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초기 발전소의 인간-기계 연계 미고려로 어려움</li> <li>○ 외부 전문가의 지원 필요</li> </ul>	보통
10. 비상 계획	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 방사선 비상 계획 수립/조치 기준에 따라 기 실시</li> </ul>	쉬움
11. 환경 영향	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 관계 규정에 따라 환경 영향 평가 기 실시</li> </ul>	쉬움

발전소의 경우 추가 해석이 필요한 부분이 있으며, 대부분의 발전소에서 10년이 경과한 후에는 관련 요건이 강화되어 보완이 필요한 부분이 상당히 많이 존재하게 된다. 또한 확률론적 안전성 평가를 수행할 경우에는 그 범위 및 각 발전소 고유의 자료를 반영하는 것과 관련하여 투여되는 노력이 매우 클 수

있다. 따라서 이 요소에 대한 비중은 매우 크며, 수행에 있어서도 어려움이 많을 것으로 예상된다.

**다. 기기 검증**

주요 안전성 설비가 설계 수명 기간 동안에 의도된 안전 기능을 수행하기에 적합한지 여부를 평가하는 것이다.

이를 위하여 수명 기간 동안 안전 기능을 수행할 수 있음을 입증하는 자료 및 경년 열화, 변경, 보수, 정비, 고장, 교체, 비정상 운전 조건, 이력 등이 검토되어야 한다.

이를 통하여 초기에 기기 성능에 대한 보증이 이루어졌는가와 계획된 보수, 시험 및 교정과 같은 조치들이 지속적으로 수행되어 유지되었는지를 확인한다.

우리 나라에서는 일반적인 정주기 시험과 과기부 고시 제98-15호(원자로 시설의 가동중 검사 및 가동중 시험에 관한 규정)에 따라 10년 주기로 가동중 시험 및 검사가 수행되고 있으며, 또한 보수 정비 계획이 수립되어 시행되고 있다.

또한 과기부 고시 제90-3호(원자로 및 관계 시설 품질 보증 계획)에 따라 품질 보증 계획을 수립하여 가동 원전에 대한 품질 보증 활동을 수행하고 있다.

따라서 기존의 시험·보수 및 품질 보증 계획 등의 이행 결과를 충분히 활용함으로써 일반적인 기기 검증은 비교적 쉽게 확인될 수 있

다. 그러나 가동중 시험 및 검사에 의해서 확인되지 않는 기기의 이력은 추가로 평가되어야 할 것이다.

**라. 경년 열화**

경년 열화 관리는 원전이 안전 여유도를 유지하기 위해 적절한 경년 열화 관리 프로그램을 수립하여 이행되고 있는지 확인하기 위한 것이다.

구조물 및 기기/시스템의 미래 상태를 예측하여 성능 저하 시점을 예측 및 감지하고, 이에 따른 적절한 보수 및 완화 조치를 취하는가를 평가한다.

특히 경년 열화 프로그램, 절차서, 성능 지표, 인원, 자원, 기록 유지 등의 관리 계획 측면과, 경년 열화 관리 방법론, 관련 경년 열화 현상에 대한 이해 정도, 각 구조물 및 기기/시스템별 허용 기준, 경년 열화 감지 및 완화 방법과 실제 물리적 상태 등 기술적인 측면이 평가되어야 한다.

우리 나라의 경우 경년 열화 관리에 있어서는 아직 깊은 이해와 프로그램 수립이 미흡하여 초기에는 많은 노력과 비용이 수반되리라 판단된다.

특히 설계 당시 예측된 열화 정도와 실제 운전에 따른 열화의 차이가 심각할 경우에는 이에 대한 특별한 노력이 필요하다.

그러나 이미 고리 1호기를 대상으로 원전 구조물 및 기기/시스템의 경년 열화에 관한 연구가 활발히 수

행되고 있으므로 본 안전 인자에 대해 효과적으로 대처할 수 있을 것으로 사료된다.

**마. 안전 성능**

원전의 안전 성능과 그 경향을 확인하기 위한 것으로 안전성 관련 사건에 대한 기록, 각 안전 계통 이용 불능도, 방사선 피폭과 폐기물 발생 및 유출, 원전 운전 기록, 보수, 시험, 검사, 교체, 변경 기록을 평가하는 것이다. 이를 위하여 세계원자로운영자협회(WANO)에 의해서 개발된 안전 성능 지표를 사용할 수 있다.

우리 나라의 경우 운전 자료를 종합 정리하여 그 경향을 도출하는 과정이 아직 체계적으로 확립되어 있지 않고, WANO의 안전 성능 지표도 아직 현장에 적용되지 않고 있어 실시 초반에는 어려움이 있을 것으로 생각된다.

그러나 이에 필요한 기초적인 자료는 비교적 충실히 확보되어 있으므로 일단 방법론이 확립되면 이후에는 큰 부담 없이 실시될 수 있을 것으로 판단된다.

**바. 운전 경험 및 연구 결과의 활용**

다른 원전으로부터의 운전 경험과 연구 결과물이 적절하게 반영되고 있는지를 확인하기 위한 것으로 반영 체계의 적합성과 평가 결과물이 적절한 시기에 반영되었는지에 대해서 평가하는 것이다.

국제원자력기구와 여러 원전 사업

자 단체로부터 원전 운전 경험에 대한 자료를 입수하고 이에 대한 평가를 수행함으로써, 현재까지 알려지지 않은 안전성의 결함을 새로 찾거나 혹은 현존하는 문제 해결에 도움이 될 수 있으므로 이에 대한 반영 체계, 현황 및 성과 등을 평가한다.

이는 그 동안 부분적으로 규제 기관에 의해 일부 수행되기도 하고 사업자의 판단에 따라 반영되기도 하던 것을 사업자가 체계적으로 수행토록 하는 것으로서 규제 요건 소급 적용의 충실한 이행 여부가 중요한 요소가 될 것이다.

다른 원전으로부터의 운전 경험과 연구 결과물을 취득하는 데 어려움이 있을 것이고, 사안에 따라서는 매우 많은 노력을 요하는 것도 있을 수 있으므로 상당한 부담이 있으리라 판단된다.

그러나 우리 나라에서는 단일 사업자가 다수 호기를 운영하고 있으므로 그 노력과 비용이 상당히 경감되리라 판단된다.

#### 사. 절차서

이는 가동 원전의 운전·보수, 검사·시험 및 변경을 위한 절차서가 적절하게 표준화되어 있는지를 확인하기 위한 것으로 운전(정상 및 비정상), 보수, 점검, 시험, 작업 허가 및 방사선 방호 절차, 설계 절차, 하드웨어의 변경·관리·통제 절차에 대한 절차화 및 정식 승인 여부를 평가하는 것이다. 그리고 절

차서의 주기적인 검토를 포함한 절차서 관리 절차의 적절성을 포함한다.

우리 나라의 경우 과기부 고시 제 90-3호(원자로 및 관계 시설의 품질 보증 기준)에 따라 이미 실시되고 있고 품질 보증 검사를 통하여 확인되는 사항으로 별도의 노력없이 쉽게 수행될 수 있는 사안이다.

주기적 안전성 평가에서는 설계 변경 및 다른 발전소의 사례 등이 적절히 반영되고 있는가에 대한 종합적인 평가만 수행되면 될 것으로 판단된다.

#### 아. 조직 및 행정

발전소 운영 조직과 행정이 원전의 안전 운전에 적절한지를 확인하기 위한 것이다.

주요 평가 대상은 운전 목표 및 안전 목표를 설정하기 위한 방법, 안전 정책을 포함한 조직 관리, 조직 구성 통제, 기술 및 계약상의 지원, 훈련, 품질 보증, 기록 및 규제와 다른 법령 요건의 준수 등이다.

한편 사업자 자체의 평가는 객관성을 상실할 우려가 있으므로 외부 기관 혹은 전문가에 의한 평가가 필요할 수도 있다.

우리 나라의 경우 대부분 운영 기술 지침서 및 품질 보증 기준에 따라 실시되고 있고 품질 보증 검사를 통하여 확인되는 사항으로 별도의 노력 없이 쉽게 수행될 수 있는 사안이다.

#### 자. 인적 인자

원전의 안전 운전에 영향을 줄 수 있는 다양한 인적 인자의 상태를 확인하기 위한 것으로 직원 구성, 채용, 훈련, 절차서 형태, 인간-기계 연계 등을 포함하여 운전, 보수, 기술 및 관리 직원의 자질 요건을 평가하는 것이다.

인적 인자에 대한 평가는 객관적인 평가에 어려운 부분이 많이 있으므로 적절하게 자격이 부여된 외부 전문가의 지원을 받아 수행되어야 한다.

원전 사업 초창기의 원전에는 인간-기계 연계 등에 대한 고려가 충분히 이루어지지 않은 경우가 있어 어려움이 있을 수 있으나 많은 노력이 소요되지는 않을 것으로 판단된다.

#### 차. 비상 계획

비상 계획은 사업자의 비상 대비 계획, 인력 및 시설, 장비의 확보 상태와 국가차원의 준비, 조정 및 정기 점검 실태를 평가하기 위한 것이다.

방사성 물질의 유출 가능성에 대비한 비상 계획은 사업자·운전원 뿐만 아니라 지방과 국가 관계 당국에게도 필요한 행위이다.

소 내외 비상 센터 운영, 통신 설비 운영과 아울러 규제 조직, 정책, 소방 부서, 병원, 비상 구급차 서비스, 지방 자치 단체, 공공 단체 및 정보 매체와 같은 관련 조직의 상호 공조 체계를 종합적으로 평가

한다.

우리 나라의 경우 과기부 고시 제 98-13호(발전용 원자로 운영자의 방사선 비상 계획 수립 및 조치에 관한 기준)에 따라 비상 계획이 수립되어 주기적으로 부분 및 전체 훈련을 실시하고 있으며, 이에 대한 평가가 수행되고 있어 별도의 큰 노력없이 쉽게 이행될 수 있는 사안이다.

#### 카. 환경 영향

원전 운영자가 적절한 환경 영향 감시 프로그램을 확보하고 있는가와 이에 대한 이행을 확인하기 위한 것이다.

원전 지역 주위에 대한 방사능 자료를 제공할 효과적인 감시 프로그램을 수립하고 그 이행 결과를 원전이 운전되기 이전에 측정할 값과 비교·평가한다.

또한 이 프로그램이 모든 관련된 환경적인 관점을 검토하는 데 적절하고 충분히 포괄적인지를 평가하여야 한다.

우리 나라의 경우 이미 고시 제 96-31호(원자력 관계 시설 주변의 환경 조사 및 영향 평가에 관한 규정) 및 고시 제98-10호(원자력 관계 시설 방사선 환경 영향 평가서 작성 등에 관한 규정)에 따라 감시되고 있어 특별한 노력이 소요되지 않을 것으로 판단된다.

### 3. 제도화 방법

일반적으로 제도화의 방법은 여

러 가지가 있을 수 있다. 우선 법제화를 통한 법적 위상 부여가 있을 수 있으며, 규제 기관의 행정 명령이나 권고에 의한 방법, 운영 허가 조건으로 부여하는 방법 또는 사업자의 자발적인 수행에 의존하는 방법이 있을 수 있다.

따라서 어떠한 제도화 방법을 채택하느냐는 규제의 기본 원칙, 원자력 행정 체계, 원전 운영자의 안전성 확보 의지, 외국의 사례 등을 종합적으로 검토하여 결정되어야 할 것이다.

첫째, 규제의 기본 원칙을 고려하여 보자. 우리 나라에서 1998년 3월 1일부터 시행된 행정 규제 기본법에서는 행정 규제의 기본 원칙으로 규제 법정 주위를 표명하고 있다.

동법 제4조(규제 법정주의)에서 규제는 법률에 근거하여야 하며, 행정 기관은 법률에 근거하지 아니한 규제로 국민의 권리를 제한하거나 의무를 부과할 수 없도록 규정하고 있다.

따라서 주기적 안전성 평가의 제도화에서는 행정 규제 기본법에서의 기본 취지에 따라 법률로 규정하는 것이 타당할 것이다.

둘째, 우리 나라 원자력 행정 체계를 고려하여 보자. 우리 나라의 원자력 안전 규제 기관은 과학기술부로서 원자력 발전 사업을 담당하는 한국전력공사 및 이의 주무 행정

청인 산업자원부와는 독립된 행정 조직을 유지하고 있다.

따라서 규제 기관의 독립성 측면에서는 실질적으로 조직의 분리를 형성하고 있다.

그러나 과학기술부는 원전 운영자인 한국전력공사에 대하여 원전의 안전성 증진을 위한 조치를 함에 있어서 법적 규정없이 직접적으로 행사할 수 있는 권한이 부여되어 있지 않다.

즉 우리 나라는 원자력 발전과 안전 규제를 함께 관장하고 있는 일본의 통상산업성이나 프랑스의 산업성, 캐나다의 에너지자원성과는 다른 원자력 행정 체계를 보유하고 있으며, 따라서 규제 기관의 권한이나 권위에 있어서 다를 수밖에 없다는 것이다.

예로써 일본의 경우에는 주기적 안전성 평가에 관한 어떠한 법적 규정없이도 통상산업성의 권고에 의하여 원전 운영자들은 개개 원전에 대한 주기적 안전성 평가를 수행하고 있으며 통상산업성은 이들 결과를 검토하고 있다는 것이다.

셋째, 외국의 사례 등을 고려하여 보자. 이미 앞에서 논의한 바와 같이 주기적 안전성 평가 제도를 채용하고 있는 대부분의 국가들은 이를 법제화하거나 운영 허가 조건으로 시행하고 있다는 것이다.

물론 일본·프랑스·등을 포함한 일부 국가에서는 규제 당국의 권한

에 의하여 시행하고 있지만, 이들 국가들은 대개가 원자력 진흥과 규제 통합된 행정 체계를 갖춘 특색이 있다.

이상의 고려 사항들을 토대로 볼 때 가동 원전의 주기적 안전성 평가 제도는 법제화하여 시행하는 것이 우리나라의 원자력 규제 환경과 여건에서 가장 바람직한 추진 방향으로 판단된다.

이를 통하여 원자력 안전에 대한 국가의 의지를 국민의 합의 속에 정립할 수 있으며 제도의 안정성을 확보할 수 있을 것이다.

#### 4. 기타 추진 방안

##### 가. 평가 적용 기준 시점

PSR 수행의 가능한 기준 시점으로는 원자력법 제21조(운영허가)에 의한 운영 허가 시점, 원자로로서의 시설적 의미가 부여되는 최초 핵연료 장전 시점, 안전성 확보가 절대적으로 요구되는 최초 초임계 시점, 상업적 의미의 공식적인 전기 판매가 시작되는 상업 운전 개시 시점 등이 있다.

IAEA 안전원칙에서는 원전의 운전 개시일을 최초 핵연료 장전일로 정의하고 있으며, 원자력안전협약에서는 최초 임계에 도달한 원자로를 가동 원전으로 정의하고 있다.

이와 같이 원전의 안전과 관련하여 정의되는 운전 개시 시점은 통상 핵연료 장전일로 정의하고 있다.

따라서 PSR이 가동 원전의 안전성과 직결되는 사안이므로 최초 핵연료 장전일이 합리적인 것으로 판단된다. 한편 과기부 고시 제98-6호(원자로 시설의 정기 검사에 관한 규정) 제3조(검사의 시기)에서 최초의 상업 운전 개시일을 정기 검사의 기준일로 규정하고 있으나, 이는 원자로가 임계 도달 후 상업 운전 이전까지 사용전 검사가 계속 수행되기 때문이다.

##### 나. 경과 조치

현재 우리나라에서는 이미 가동 연수가 10년이 경과한 원전이 9호기(고리 1, 고리 2, 고리 3·4, 월성 1, 영광 1·2, 울진 1·2)로서 본 제도가 법제화 될 경우 이들을 동시에 수행하여야 하는 어려움이 발생한다. 이러한 문제점은 통례에 따라 법제화시 경과 조치를 두어 해결하여야 한다.

그러나 원자력안전위원회에서는 가동 기간이 오래된 원전(월성 1호기, 고리 2호기)부터 우선 시행한다는 방침만을 정하고 있어, 경과 조치의 설정시 평가 완료 시점에 대하여 규정하여야 할 필요가 있다.

가동 원전의 안전성 확인에 대한 사회의 요구가 높아 너무 늦게 수행될 경우 비난의 소지가 높으며, 너무 짧을 경우에는 수행상의 어려움이 있으므로 적절한 균형을 유지할 수 있는 기간의 선정이 필요하다.

따라서 가동 연수 10년 경과 원

전의 호기수, 평가의 주기, 평가 소요 시간 등을 고려할 때, 5년의 유예 기간이 적합한 것으로 판단된다.

##### 다. 이행 절차

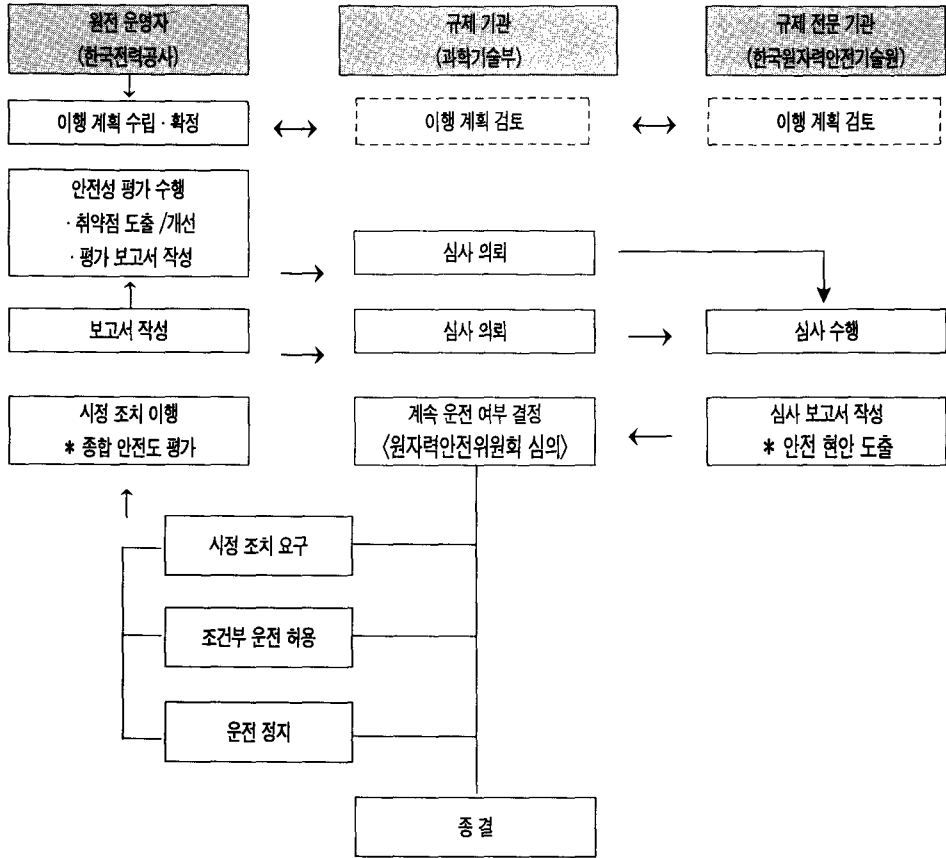
원전 운영자가 안전성 평가를 수행하여 그 결과를 규제 기관에 제출하고 규제 기관은 안전성 평가 결과와 취약점 개선 현황 및 계획 등을 심사하는 방식으로 수행한다.

규제 기관은 안전성 평가 결과를 심사하여 개선이 필요할 경우 해당 사항에 대한 보완 조치 명령을 내릴 수 있으며, 심각한 안전 현안이 있을 경우 심층적인 종합 위험도 평가(PSA)의 수행을 요구할 수 있다.

원전 운영자는 규제 기관의 요구에 따라 취약점과 관련된 종합 위험도를 평가하고 계속 운전을 위한 정당성을 입증하여야 한다. 종합 위험도 평가 결과 불만족으로 판정되어 조건부 운전 허용 또는 운전 정지 처리된 경우에는 원전 운영자가 보완 조치를 취한 후 규제 기관의 재심사를 신청할 수 있다. 개괄적인 이행 절차는 <그림 2>에 도식화되어 있다.

##### 라. 동일 원전의 안전성 평가

우리나라의 원전은 대개 2호기를 함께 설계하여 건설 허가를 받고 약 1년의 차이로 운영 허가를 받고 있다. 따라서 이 2호기의 원전은 최종 안전성 분석 보고서를 공유하고 있으며, 절차서 및 운영 조직 등이 거의 유사하게 되어 있다. 또한 사



〈그림 2〉 주기적 안전성 평가 이행 절차

용된 계통/기기/구조물도 거의 동일하며, 정비 및 측정 장비도 공유하고 있다.

그러므로 각각의 원전에 대하여 안전성 평가를 실시할 경우 약 1년의 차이로 동일한 내용을 중복하여 실시하여야 한다.

따라서 동일 설계 개념으로 동일 부지에 건설되었고 최종 안전성 분

석 보고서를 공유하고 있으며 운영 허가일이 1년 정도 차이가 나는 원전은 선도 원전을 기준으로 안전성 평가를 함께 실시하는 것이 바람직하다고 본다. 그러나 운전 연수의 증가에 따른 설비 노후화의 차이, 운전 조건의 상이 등은 평가에서 별도로 고려되어야 할 것이다.

마. 기존 규제 요건과의 중복 사항  
주기적 안전성 평가 내용의 일부 분은 이미 기존 규제 요건에 따라 실시되고 있다. 주기적 안전성 평가 내용과 기존의 요건이 중복되는 것에 대해서는 기존 요건에 의한 이행 결과를 PSR에서는 요약하여 정리하는 단순한 형태도 가능할 것이다.

**유사 제도의 연계성 분석**

**1. 운영 허가 갱신 제도**

우리 나라의 경우 원전의 운영 허가에서는 허가 기간 혹은 운전 가능 기간 등에 대한 명확한 법적 근거가 마련되어 있지 않다.

운영 허가시에는 허가 기간을 명시하지 않고 허가를 발급하고 있기 때문에 법적으로만 보면 안전성 문제가 없는 한 운전 기간의 제한이 없는 것으로 해석될 수도 있다.

그렇지만 최종 안전성 분석 보고서에는 설계 수명이 30년 또는 40년으로 명시되어 있기 때문에, 설계 수명 이후의 계속 운전 여부에 대하여는 별도의 조치가 필요할 것이다.

운영 허가 발급시 허가 기간을 구체적으로 명시하지 않는 것은 유럽의 많은 국가에서도 그 예를 찾을 수 있으며 특별한 문제가 되는 것은 아니다.

대부분의 공학 설비에서도 그렇고 유럽의 원전들에도 그렇듯이 설비들의 설계 수명과 관계없이 요구되는 안전성을 유지하고 있는 한 계속 운전을 허용하는 것이 바람직할 수 있다.

그러나 우리 나라의 경우 지금까지 가동 원전에 대하여 주기적으로 종합적 안전성을 확인하는 제도가 마련되어 있지 않았기 때문에 유럽과 동일한 선상에서 바라볼 수는

없다.

더욱이 우리 나라는 미국식 규제 체계에 익숙해 있어서 설계 수명을 운영 허가 기간으로 간주해 온 측면도 있어서 혼란을 가중시키고 있다.

주기적 안전성 평가 제도와 운영 허가 갱신 제도는 가동 원전의 안전성 평가와 관련하여 그 목적 및 이행 방법, 안전성 평가 수단 등이 유사한 것으로 보인다.

왜냐하면 무엇보다도 두 제도 공히 원전 기기/계통/구조물의 시간 경과에 따른 안전성 확인에 초점을 맞추고 있으며, 미래의 특정 기간 동안 안전성이 유지됨을 보증하는 체계이기 때문이다. 또한 현재의 기준과 기술의 관점에서 안전성을 평가하기 때문이다. 특히 가동 원전의 주기적 안전성평가는 그 결과에 따라 계속 운전, 조건부 계속 운전, 운전 불가 등의 판정이 가능하므로 운영 허가 갱신과 같은 효과를 가질 수 있기 때문이다.

예로써, 10년 주기의 안전성 평가는 어떤 의미에서는 10년으로 운영 허가가 발급된 원전의 운영 허가 갱신과 유사성을 갖고 있다.

따라서 현재 운영 허가 갱신 혹은 설계 수명 이후의 계속 운전 여부에 대한 어떤 법적 규정도 설정되어 있지 않은 우리 나라의 경우 어떤 형태로든지 이들과 연계된 주기적 안전성 평가 제도를 운용하는 것이 규제의 단순화 및 합리화 차원에서도

바람직할 것으로 사료된다.

**2. 규제 요건 소급 적용 제도**

우리 나라의 현행 법규상 규제 요건 소급 적용 제도는 원자력법 제 23조의2(검사), 제104조(허가 또는 지정 조건) 등을 광의로 해석할 경우 법적 근거가 이미 마련되어 있다고 하겠다.

산업 기술의 급속한 발전과 원전의 운전 경험을 고려한 신규 규제 요건을 현안별로 적기에 가동 원전에 부과하는 것은 원전의 안전도를 항상 최상의 수준으로 유지하려는 의지의 표명으로 볼 수 있다.

그러나 규제 요건 소급 적용은 가동 원전에 적용된다는 특수성으로 이행상에 있어서 경제적·기술적인 많은 어려움이 수반하게 된다.

따라서 규제 요건의 소급 적용은 궁극적으로 가동 원전의 안전성 증진을 위한 규제 기관 및 원전 운영자의 의지를 반영하는 것이다.

그러나 원자력의 안전성 향상을 위하여 필요한 모든 사항을 법률로 규제하는 것만이 능사가 아닐 것이다. 특히 가동 원전의 주기적 안전성 평가의 제도화를 시도하고 있는 시점에서, 사업자의 자발적인 규제 요건 소급 적용 노력을 주기적으로 평가할 수 있다면 더욱 더 그러할 것이다.

주기적 안전성 평가는 미래의 특정 기간 동안 가동 원전의 안전성이



유지됨을 보증하는 종합적이고 주기적인 과정이나, 규제 요건 소급 적용은 가동 원전의 운전 기간중에 새롭게 확인되거나 도출된 안전성 저하 및 불만족 사항에 대한 국지적이고 적시의 보완 조치 활동이다. 따라서 규제 요건 소급 적용은 종합적 안전성 평가를 수행하는 주기적 안전성 평가와는 직접적인 관계는 없다.

그러나 주기적 안전성 평가의 주요 안전 인자로서 '안전성 분석' 및 '운전 경험 및 기술 개발 결과의 반영' 등을 포함하고 있기 때문에 규제 요건 소급 적용이 현안별로 적시에 충실히 수행된 원전의 경우에는 주기적 안전성 평가시 평가 기간의 단축 뿐만 아니라, 주기적 안전성 평가에서 추구하고 있는 안전 수준의 달성에 보다 쉽게 접근하는 요인이 될 수 있다.

물론 도출된 안전 현안의 현안별 적시 이행을 통하여 가동 원전의 안전성을 향상 최상의 수준으로 유지하는 것이 바람직할 것이나, 가동 원전의 특수성을 고려할 때 주기적 안전성 평가를 통하여 종합적인 안전성을 주기적으로 평가하는 것도 좋은 방안이 될 수 있을 것이다.

즉 사업자의 적극적인 규제 요건 소급 적용이 궁극적으로 주기적 안전성 평가시 유리한 요소로 작용한다는 것을 사업자가 인식하게 함으로써 사업자가 자발적으로 안전성

향상을 위하여 노력하는 것이 바람직하다고 보여진다.

한편으로 규제 요건 소급 적용의 제도화를 위하여 새로운 법 조항을 신설하는 것보다는, 기존의 법 조항을 일부 보완하는 등의 방법을 통하여 규제 요건 소급 적용의 제도적 여지를 확보해 두는 것도 고려하여 볼 필요가 있다.

이는 TMI 사고 후속 조치의 이행 등에서 경험한 바와 같이 원자력 안전에 관한 주요 정치적·사회적 현안이 발생하였을 경우에 대비하여 정부(규제 기관)의 안전성 확보 의지를 표명할 수 있는 제도적 방안을 확보하여 두자는 것이다.

**결언**

우리 나라는 현재 운전 연수가 10년 이상 경과한 원전을 상당수 보유하고 있고, 이제 8년이 지나면 최초의 원전인 고리 1호기의 설계 수명이 도래하게 되며, 또한 후속 호기들이 계속 건설되고 있어 가동 원전의 안전성 확보가 절실한 시점에 있다.

이러한 상황에서 주기적 안전성 평가 제도의 도입은 가동 원전의 안전성 확인을 위한 안전 규제의 새로운 기틀을 형성하는 중요한 전환점을 제공하고 있다고 본다.

본 제도의 도입을 통하여 원전의 시간 경과에 따른 안전성을 재확인

하고 원자력안전협약 등에서 요구하는 국제 규범을 준수함으로써 원자력 안전에 대한 대국민 신뢰도 확보에도 그 기여하는 바가 클 것이다.

원자력안전위원회의 주기적 안전성 평가 제도 추진 방안을 포함한 정책 방향의 제시는 이제 시작에 불과한 것 같다. 앞으로 무엇보다도 중요한 것은 관련 기관들이 제각기의 역할에 충실하면서 상호 협력의 분위기 속에서 제도의 정착을 위하여 노력하여야 한다는 것이다.

여기서 우리 모두가 명심하여야 할 것은 가동 원전의 안전성에 대한 확신이 제공되지 않으면 신규 원전의 건설이 순탄하지 않을 수도 있다는 점이다. 또한 설계 수명이 도래하는 원전의 계속 운전 여부도 본 제도의 충실한 이행을 통하여 가동 원전에 대한 국민의 신뢰도 확보 여부에 달려있다고 보인다. 앞으로 본 제도의 추진에 귀추가 주목됨도 이 때문이다.

**참고 문헌**

[1] 김효정 외, 「가동원전 안전성 재평가 제도화 방안」, KINS/AR-667, 한국원자력안전기술원, 1999. 3.  
 [2] IAEA, 「Periodic Safety Review of Operational Nuclear Power Plants, A Safety Guide」, Safety Series No. 50-SG-O12, Vienna, 1994