가동 원전의 주기적 안전성 평가 수행 현황

심 홍 기
한국수력원자력(주) 안전기술처장

개 요

국제원자력기구(IAEA)는 가동 원전의 안전성 향상을 위해 주기적 안전성 평가(Periodic Safety Review) 제도의 도입을 권장하고 있으며, 주기적 안전성 평가 수행을 위한 안전 지침(Safety Series NO. 50-SG-012, 1994)을 제시한 바 있다. 또한 이 주기적 안전성 평가 지침 외에 과거의 기술 기준에 의거 건설된 원전의 안전성 평가에 대한 기술적 근거를 제공하는 지침(INSAG-8)을 제시하였다.

그리고 국제원자력기구가 주관하는 원자력안전협약에서도 원전의 수명 기간 동안 포괄적이고 체계적인 안전성 평가를 시행하도록 권고하고 있으며, 원전을 운영하는 대부분의 나라에서 가동 원전의 안전성을 확인하고 개선하기 위한 종합 안전성 평가 제도로서 기존의 안전성 평가 방법에 추가하여 이 주기적 안전성 평가를 시행하고 있다.

국제원자력기구가 제시한 지침에서는 주기적 안전성 평가를 다음과 같이 정의한 바 있다.

즉 가동중인 원자력발전소에 대해 설비의 경년 열화, 변경, 운전 경험 및 기술 개발 등의 누적된 영향을 다루고, 가동 기간 동안 높은 수준의 안전성을 보증하기 위해 일정 주기로 수행하는 체계적인 안전성 평가라고 정의하고 있다.

또한 주기적 안전성 평가의 목적을 "가동중인 원전에 대한 종합 평가를 통해 현재의 안전 기준과 관행에 비추어 안전한지와, 지속적으로 안전성을 유지하기 위하여 적절한 조치들이 취해지고 있는지를 평가하고, 평가를 통해 도출된 안전 현안을 해결하기 위하여 필요한 개선사항을 도출하는 것"이라고 기술하고 있다.

다만, 여기서 제시하는 안전 요건이 모두 충족되어야 하는 것은 아니라고 기술되어 있다. 예로써, 현재의 내진과 관련된 설계 기준 등은 소급 적용하기가 용이하지 않고, 발전소 배열과 관련된 설계는 가동중인 원전에서는 바꾸기가 어렵기 때문이다.

국제원자력기구의 권고 내용

국제원자력기구가 제시한 지침의 주요 내용은 다음과 같다. 즉, 평가는 원전 운영자가 시행하고, 규제기관이 그 결과를 심사한다.

평가 주기는 안전 기준의 변화, 과학 지식 및 해석 기술 등의 변화 가능성, 발전소 변경과 경년 열화의 누적 영향에 대한 평가 등을 고려하여 10년으로 한다.

평가 대상 안전 인자(Safety Factors)는 원전의 실제 물리적 상태, 경년 열화 관리, 기기 검증, 안전 성능, 환경 영향, 안전성 분석, 절차서 등으로서 원전의 안전성에 영향을 줄 수 있는 설비 및 운영 전반에 대해 평가를 수행한다.

각 안전 인자들은 현재의 안전 기준 및 관행과 방법론을 활용하여 평가를 수행하고, 평가 결과는 원전의 안전성 개선은 물론, 설계 수명 이후 계속 운영 또는 운영 허가 갱신을 위한 유용한 도구로 활용될 수 있음을 기술하고 있다.

그리고 주기적 안전성 평가를 착수하기 위한 전제 조건으로서, 평가 범위, 평가 기준, 평가시 적용하는 방법론 등에 대해 규제 기관과 사업자간의 합의가 필요함을 강조하고 있다.

외국의 주기적 안전성 평가 제도 운용 현황

영국 · 일본 등 대부분의 원전 운영국에서 주기적 안전성 평가 제도를 도입하여 시행하고 있으며, 미국의 경우 주기적 안전성 평가를 수행하고 있지는 않으나, 소급 적용(Backfitting), 정비 규정(Maintenance Rule), 운영 허가 갱신 제도(License Renewal) 등을 통해 원전의 안전성을 평가하고 있다.

주기적 안전성 평가를 시행하는 근거는 각 나라의 규제 체계에 따라 다양하다. 영국 · 핀란드 · 헝가리 등은 관련 법령 등 규제 규정에 그 근거를 두고 있으며, 일본 · 프랑스 · 독일(기존 원전) · 스위스 등은 규제 기관의 권한에 따라 시행하고 있다.

평가는 국제원자력기구의 지침을 기본으로 수행하되, 각 나라의 규제 요건, 국제적 기준 등을 고려하여 이행 방안을 수립하며, 대부분 규제 기관과 사업자가 협의하여 구체적인 평가 범위 및 내용, 평가 기준 등을 정하고 있다.

대부분의 나라에서 주기적 안전성 평가 결과를 원전 수명 연장의 근거 자료나 운영 허가 갱신의 주요 도구로서 활용하고 있다.

예로써, 영국은 1979년부터 장기 안전성 평가(Long Term Safety Review)를 수행하여 오다가 1990년대 초에 이 주기적 안전성 평가 제도가 허가 조건-15로 부과되었다. 영국은 별도의 운영 허가 기간을 정하지 않고 주기적 안전성 평가 결과를 근거로 원전의 계속 운영 여부를 결정하고 있다.

핀란드 및 헝가리의 경우 주기적 안전성 평가 제도를 허가 갱신과 직접 연계하여 운용하고 있으며, 프랑스 · 일본 · 스위스 등은 주기적 안전성 평가 결과를 계속 운영의 주요 근거로 활용하고 있다.

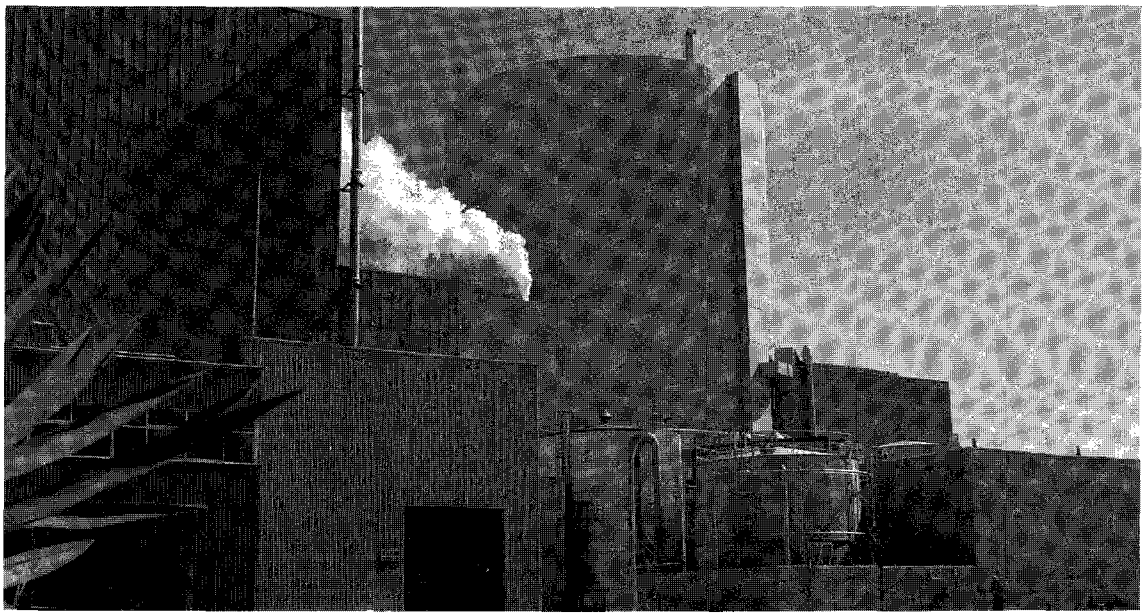
국내 원전 주기적 안전성 평가 추진 현황

우리 나라는 지난 1978년 고리 1호기 상업 운전을 시작으로 발전을 거듭하였으며, 이제는 원전 운전, 보수 및 안전 관리 등 전반적인 원전 운영 수준이 세계적인 수준이라고 할 수 있다.

그러나 이러한 괄목할 만한 성과에 만족하지 않고, 원전의 안전성 개선을 위한 지속적인 설비 투자 및 연구를 계속하고 있으며, 가동중 원전에 대해서는 정기 검사, 가동중 검사 및 시험, 품질 관리 활동 등을 통해 원전의 안전성을 철저히 점검하고 지속적으로 관리해 오고 있다.

그러나 기존의 안전 관리 활동에 부가하여 안전성을 한 차원 더 보완 · 증진하기 위한 목적으로 원자력안전협약의 권고를 받아들여 가동 원전에 대해 종합적이고 체계적인 안전성 확인을 위한 「가동 원전의 주기적 안전성 평가 추진 방안」을 지난 1999년 제11차 원자력안전위원회(1999. 12. 21)에서 심의 · 의결하였으며, 그 주요 내용은 다음과 같다.

즉, 평가는 해당 원전의 운전 개



고리 1호기. 한국수력원자력(주)는 지난 1999년 9월부터 약 1년간에 걸친 연구를 통해 평가 범위 및 내용, 평가 수행 절차, 적용 기술 기준 등에 대해 검토하고, 산 · 학 · 연 전문가의 자문을 통해 주기적 안전성 평가 수행 방법론 정립 등 사전 준비를 철저히 하였다. 그리고 2000년 5월에 주기적 안전성 평가 수행을 위한 기본 방침을 정하고, 고리 1호기를 시범 호기로 하여 주기적 안전성 평가를 착수하였으며, 2002년 11월에 완료할 예정이다.

시일을 기준으로 매 10년마다 수행하며, 원전 운영자가 평가를 실시하고, 그 결과는 규제 기관에서 심사 후 원자력 안전 위원회에 보고한다.

평가는 국제원자력기구에서 제시한 11개 안전 인자를 기본으로 하고, 세부 평가 범위는 원전의 운전 연수 등에 따라 조정 가능하다.

또한 주기적 안전성 평가 결과는 원전 설계 수명 만료시 계속 운전 허용 여부 판단을 위한 주요 수단으로 활용하는 것으로 되어 있다.

그리고 가동 기간이 20년 이상 경과한 고리 1호기에 대해서는 2000년중에 평가를 착수하고 가동 기간이 오래된 원전부터 우선 시행하도록 되어 있다.

그리고 주기적 안전성 평가 방법 및 기준, 평가 내용 등에 관한 요건을 정하기 위한 원자력법은 2001년 1월에, 동법 시행령 및 시행규칙은 2001년 7월에 각각 개정 공포되었으며, 그 주요 내용은 다음과 같다.

우선 원자력법 제23조의3(주기적 안전성 평가)에 의하면, 사업자는 주기적 안전성 평가를 시행하고, 그 결과를 과학기술부 장관에게 제출하도록 되어 있으며, 주기적 안전성 평가 결과 또는 그에 따른 안전 조치가 미흡할 경우 사업자에게 시정 또는 보완을 요구할 수 있도록 되어 있다.

그리고 시행령 제42조의2(주기적 안전성 평가의 시기 등)에는 해당 원전의 운영 허가를 받은 날부터 매 10년이 되는 날을 평가 기준일로 하여 평가 기준일로부터 1년 6월 이내에 평가 보고서를 제출하도록 되어 있다.

또한 제42조의3(주기적 안전성 평가의 내용)에는 평가시 적용하는 11개 평가 인자가 기술되어 있으며, 제42조의4(주기적 안전성 평가 방법 및 기준)에는 안전성 평가 기준으로서, 안전성 평가 당시 해당 원자로 시설에 유효한 기술 기준을 활용하여 평가하도록 되어 있다.

한편 시행 규칙 제19조의2(주기적 안전성 평가의 세부 내용)에는 11개 평가 인자별 세부 평가 내용이 제시되어 있으며, 시행규칙 제19조의3(주기적 안전성 평가의 기준)에는 평가 수행시 적용하는 기술 기준에 관한 세부 사항이 기술되어 있

다.

그리고 2001년 7월 기준으로 운영 허가를 받은 날로부터 10년이 경과한 원전에 대한 최초의 주기적 안전성 평가 시기에 관한 규정을 정하여 지난 2002년 1월에 고시하였으며(고시 제2002-5호), 동 고시에 따르면 운영 허가를 받은 날로부터 이미 10년이 경과한 원전에 대해서는 2006년 12월 31일까지 주기적 안전성 평가를 수행하고 평가 보고서를 제출하도록 되어 있다.

한국수력원자력(주)는 지난 1999년 9월부터 약 1년간에 걸친 연구를 통해 평가 범위 및 내용, 평가 수행 절차, 적용 기술 기준 등에 대해 검토하고, 산·학·연 전문가의 자문을 통해 주기적 안전성 평가 수행 방법론 정립 등 사전 준비를 철저히 하였다.

그리고 2000년 5월에 주기적 안전성 평가 수행을 위한 기본 방침을 정하고, 고리 1호기를 시범 호기로 하여 주기적 안전성 평가를 착수하였으며, 2002년 11월에 완료할 예정이다.

고리 1호기의 경우 국내에서 최초로 시행하는 만큼, 초기에는 상세 평가 방법론 및 기준 정립에 다소의 어려움이 있었지만, 이러한 어려움을 무난히 극복하고, 현재는 원활하게 평가를 수행하고 있다.

또한 월성 1호기는 2001년 5월에 착수하여 현재 평가를 수행하고 있으며, 2003년 6월에 완료할 계획이다.

고리 2호기는 2002년 4월에 착수하여 2003년 12월에 완료할 계획이며, 고리 3·4호기에 대해서도 2002년 7월에 착수하여 2004년 6월에 완료할 계획이다.

향후 가동 기간이 오래된 원전부터 순차적으로 주기적 안전성 평가를 수행할 계획이다.

주기적 안전성 평가에 대한 전망

주기적 안전성 평가는 기본적으로 현재 상태에서 원전의 안전성을 확인하고, 향후 계속 운영을 위한 성능 진단 및 안전 여유도 등을 확인하는 것이라고 볼 때, 설계 수명 이후 원전의 계속 운영과도 직접 연계가 가능하다.

우리 나라보다 먼저 주기적 안전성 평가 제도를 도입하여 수행하는 대부분의 나라가 주기적 안전성 평가를 원전 성능 관리 및 설계 수명 이후 계속 운영에 직접 연계하여 추진하는 것은 우리에게 시사하는 바가 크다.

따라서 국내 원전에서도 원전의 설계 수명이 도래하기 전까지는 주기적 안전성 평가를 통해 원전의 설비 및 운영을 개선하여 안전성을 지속적으로 향상하고, 설계 수명 도래 시에는 설계 수명 이후 계속 운영 여부 판단을 위한 주요 수단으로 활용할 수 있다.

그리고 국내 실정에 적합한 주기적 안전성 평가 제도 정착을 위해서는 관련 법령, 지침 등이 지속적으로 보완되어야 할 것으로 본다.

특히 세부 평가 범위 및 내용, 평가 방법 및 기준 등은 현재 수행되고 있는 고리 1호기 평가 및 심사 수행 경험을 충분히 반영하고, 각계의 의견 수렴을 거쳐 적절하게 보완하는 것이 바람직하다.

또한 원전 노형, 설계 및 운영상의 제반 특성을 고려하여 상세 기준을 정립하고, 국제원자력기구(IAEA)의 관련 지침, 국제적인 관행 등을 반영하여 지속적으로 제도를 보완함으로써, 보다 효율적인 안전성 평가 제도로서 정착될 수 있도록 해야 할 필요가 있다.

마지막으로, 정부·산업체·학계 및 연구 기관 등 관계 기관 모두 각자의 역할에 충실하며, 공동의 협조와 노력이 필요하다.

정부는 원자력 안전에 관한 규제가 보다 효용성이 증대되는 방향으로 정책을 수립하고, 산업체는 안전성 향상을 위한 보다 적극적이고, 능동적인 자세와 노력이 필요하다.

또한 학계 및 연구 기관에서 수행하는 연구도 산업체와 상호 협조하에 연구를 수행함으로써 연구 성과물이 효과적으로 활용될 수 있도록 추진할 필요가 있다.