



원전의 계속운전과 설계수명

김 풍 식

중앙대 산학협력단 연구원



설계수명은 행정적 절차에 따라 독과점 방지를 위해 명시한 단순 기한으로, 안전한 원전에 대해 설계수명에 도달하였다고 폐로 하라고 할 수는 없다. 설계수명은 사업자가 계속운전을 신청할 시 안전성을 심사하여 지속적 안전 운전이 가능한가를 짚고 넘어가기 위해 설정한 재인가 단계의 기한인 것이다.

전 세계적으로 가동중인 원전은 2가지 타입으로 대별할 수 있다. 하나는 가압경수형 (PWR : Pressurized Water Reactor)이고 또 다른 하나는 비등경수형 (BWR : Boiling Water Reactor)이다.

가압경수형은 원자로에서 가열된 물이 열교환기를 통해 증기를 발생시켜 터빈을 돌리는 타입이고 비등경수형은 원자로에서 데워진 물을 증기로 전환시켜 직접 터빈을 돌리는 방식으로 열효율과 방사능 관리 측면에서 각각 장단점을 가지고 있다.

전 세계적으로 434기의 원전이 가동되고 있는데 가압경수형 원전은 273기, 비등경수형 원전은 84기로 각각 63%와 19%의 점유율을 차지하고 있다. 이들 원자로는 널리 사용되고 있음에도 매우 중대한 사고를 한 번씩 일으킨 바 있다. 가압경수형 원전사고는 1979년 4월 미국의 TMI-2 원전에서 발생하였고 비등경수형 원전 사고는 2011년 3월 일본 후쿠시마 원전에서 발생하였다.

이들 사고는 모두 원자로의 핵연료가 녹아내리는 최악의 상황을 초래하였지만 비등경수형 원전인 후쿠시마 원전은 수소 폭발로 대량의 방사성 물질이 소외로 방출된 반면 가압경수형 원전인 TMI-2 원전은 소외로 방사성 물질이 누출되지 않았다는 사실이다.

사고 결과에 상당한 차이점이 발생한 이유는 지질 및 지형적 특성과 사고 대응 및 관리 능력이 큰 비중을 차지하지만 근본적인 설계의 차이점도 무시할 수가 없다.

가압경수형인 TMI-2 원전은 대형 건식 격납용기 안에 원자로가 들어 있어 노심이 녹아내리는 사고가 발생하였어도 수소 폭발까지 가지 않은 반면 비등경수형인 후쿠시마 원전은 상대적으로 작고 취약한 격납용기로 되어 있어 노심 용융과 함께 수소 폭발이 발생했다는 점도 설계 특성상 간과할 수 없는 사실이다.

국내에는 후쿠시마 원전과 같은 비등경수형 원전이 설치되어 있지 않고 일본과 같은 지진 다발지대에 위치하지 않아 천만 다행이 아닐 수 없다.



원전 점검. 원전 운영국 모두가 설계수명 이후에도 원전의 계속운전을 추진하는 이유는 소중한 국가 자원의 효율적 활용은 물론이고 전기를 절약하는 대안이자 해결책이기 때문이다. 이제까지 안전하게 운전된 원전이 충분히 안전한데도 설계수명 기한이 도래하였다는 이유만으로 가동을 정지시키는 것은 논리적으로 타당성과 설득력이 떨어진다.

원전의 계속운전을 추진하는 이유

국내에 원전이 도입된 지 40년이 가까워지고 있는 현실에서 설계수명이 도래하는 원전의 계속운전이 사회적 현안으로 떠오르고 있다. 최근에 발생한 세월호 사고 여파로 노후 설비나 시설의 안전성이 문제거리로 부각되고 이에 편승하여 원전 소재 지자체장이나 반핵이나 반원전 성향의 인사들이 원전에 대한 국민적 불신감을 조성하거나 고리 1호기나 월성 1호기와 같이 오래된 원전의 폐로를 주장하고 있어 아직도 심사중에 있는 사안에 대해 부정적 영향을 줄까 우려가 된다. 물론 이들 원전이 안전에 심각한 문제나 결함이 있어 더 이상 안전성을 유지하는데 어려움이 있다면 가동을 중지하는 것은 당연한 수순일 것이다.

이제까지 우리나라의 경제 발전은 값싼 전기로 수출 경쟁력 확보에 기여해 왔기 때문에 가동중인 원전들을 최대한 안전하게 관리하여 효율적으로 활용해야 할 필요가 있다. 이러한 선택을 위한 최상의 방법은 설계수명이 도래된 원전을 폐로하는 대신 계속운전을 하여 원전 한 기를 다시 얻는 효과를 갖는 것이다.

물론 범국가적인 에너지 절약을 통해 전 국민이 에너

지 절감에 솔선수범하고 더운 여름과 추운 겨울에도 전기 절약을 실천할 수 있다면 원전의 계속운전을 굳이 고집하지 않아도 될 수 있지만 값싼 전기에 길들여진 우리의 소비 형태로 볼 때 상당한 시간과 희생이 요구될 것은 뻔한 일이다.

원전 운영국 모두가 설계수명 이후에도 원전의 계속운전을 추진하는 이유는 소중한 국가 자원의 효율적 활용은 물론이고 전기를 절약하는 대안이자 해결책이기 때문이다.

계속운전을 추진하는 국가 중에서 가장 모범적으로 시행하고 있는 미국은 원전의 설계수명을 법에서 40년으로 정하고 있는데 이는 기술적으로 안전을 고려한 수명이 아니고 전력회사의 투자 이윤을 보장하고 사업 독점을 금지하는 독과점 금지(Antitrust Consideration) 관점에서 명시한 기간이다.

미국은 우리의 계속운전과 같은 운영 허가 갱신(LR : License Renewal)을 설계수명 이후 2번 신청할 수 있도록 하고 있는데 한 번의 허가 기간은 20년으로 설계수명 이후 총 40년의 추가적인 운전이 가능하도록 법적으로 보장하고 있다.

현재 미국은 가동 원전의 약 70%인 70기 이상이 운



월성 1호기는 안전성 확보 및 계속운전에 대비하기 위하여 압력관 등 주요한 설비 및 부품을 모두 교체하여 사실상 신형 원전으로 탈바꿈한 거나 다름없다. 현재의 월성 1호기는 이전보다 훨씬 더 안전성이 향상되고 강화되었다고 말할 수 있다.

영 허가 갱신을 획득한 바 있으며 20% 정도인 18기에 대해 운영 허가 갱신 신청을 심사중에 있다. 이에 반하여 미국의 Turn-Key Base(일괄 수주 방식) 기술로 1978년 상업 운전을 시작한 고리 1호기는 설계수명이 30년으로 미국보다 10년 정도 짧게 규정되어 있었다.

설계수명은 독과점 방지를 위해 명시한 단순 기한

2007년도에 10년의 계속운전 허가를 취득하여 계속 운전중인 고리 1호기는 2017년에 이르러야 40년을 가동하게 되므로 미국의 실정과 비교하면 아직도 설계수명 기간중에 있는 원전이라고 말할 수 있다.

가압중수로인 월성 1호기 역시 설계수명이 30년으로 되어 있으며 이들을 제외한 기타 원전은 40년의 설계수명을 가지고 있다. 가압중수로형인 월성 1,2,3,4호기는 설계수명이 모두 30년으로 규정되어 있는데, 이는 중수로형에서 경수로의 원자로에 해당하는 칼라드리

아의 압력관을 일정 출력 이상에서 일정 기간 이상 운전하면 교체해야만 하는 설계 특성 때문이다.

월성 1호기도 안전성 확보 및 계속운전에 대비하기 위하여 압력관 등 주요한 설비 및 부품을 모두 교체하여 사실상 신형 원전으로 탈바꿈한 거나 다름없다. 현재의 월성 1호기는 이전보다 훨씬 더 안전성이 향상되고 강화되었다고 말할 수 있다.

월성 1호기의 계속운전이 현 시점에서 중요한 이유는 기술적인 안전성과 별개로 후쿠시마 사고나 세월호 사고로 촉발된 안전 우려와 염려로 인한 군중 심리 때문에 허가를 받지 못한다면 중수형 원전인 월성 2,3,4호기의 계속원전에 도미노 현상을 유발할 수 있기 때문이다.

이제까지 안전하게 운전된 원전이 충분히 안전한데도 설계수명 기한이 도래하였다는 이유만으로 가동을 정지시키는 것은 논리적으로 타당성과 설득력이 떨어진다.

규제 기관은 설계수명 이후의 안전 여유도를 계속운전 심사중에 심도있게 검토하고 운전중 특이 사항이나 현안 사항에 대해 정밀한 평가로 안전성을 확인하여야 한다. 또한 국내 및 해외 원전과의 안전 성능 지수나 실적의 비교 평가와 같은 객관적인 검토도 수행하여 계속운전 허가 여부를 결정하여야 한다.

반면에 설계수명에 도달하지 않은 원전이라도 안전에 심각한 결함이나 문제가 발생되면 가동을 중지하거나 폐로를 결정하여야 한다. 2013년에 격납건물 결함 문제로 운전 정지를 결정한 미국의 Crystal River-3가 대표적인 사례이다.

따라서 설계수명은 행정적 절차에 따라 독과점 방지를 위해 명시한 단순 기한으로, 안전한 원전에 대해 설계수명에 도달하였다고 폐로하라고 할 수는 없다. 설계수명은 사업자가 계속운전을 신청할 시 안전성을 심사하여 지속적 안전 운전이 가능한가를 쫓고 넘어가기 위해 설정한 재인가 단계의 기한인 것이다.

미국은 이미 상당수의 원전이 설계수명을 지나서 추가 20년을 운전중에 있다. 에너지 수입 의존도가 97%를 넘는 우리나라에서 일본의 후쿠시마 사고에 놀라 계속운전을 포기하라고 요구하기보다는 계속운전의 안전성을 미국이나 유럽의 선진국보다 정밀하고 엄격하게 심사해 달라고 요구하는 것이 더 설득력이 있다고 생각된다. 