

## 機器性能檢證制度의

# 국내 도입 추진 현황과 과제



우 상 철

과학기술처 원자력검사와 전기사무관

## 기기성능검증 체제 확립은 원전기술자립의 요체 우리 실정에 맞는 기술기준 개발 시급

### 1. 머리말

우리나라는 지속적인 경제개발계획의 추진으로 높은 경제성장을 기록함과 함께 에너지소비도 크게 증가하여 80년대 후반부터는 국내전력 소요량이 연평균 12% 이상의 높은 증가율을 보이고 있다.

이에 따라 우리나라는 석유의 수급 및 가격불안을 극복하고 지속적인 경제성장을 위한 전력을 안정적으로 공

급하는 방안으로 원자력발전소를 본격적으로 건설하게 되었다.

1978년 고리 1호기의 준공에 이어 현재는 9기의 원자력발전소가 가동중에 있으며 7기가 건설중에 있다.

고리 1, 2호기 및 월성 1호기까지는 일괄도급방식(Turn-key 방식)으로 건설되었으나, 고리 3, 4호기부터는 한전의 주도아래 분할발주방식을 채택하여 국산화의 기반을 다져 나갔다.

이후 영광 3, 4호기는 국내업체의 주계약으로 건설을 추진하여 영광 3, 4호기의 건설이 끝나는 1995년까지는

원자력발전소의 설계, 제작, 건설의 전분야에 대한 종합적인 국산화율이 95%를 상회할 것으로 전망되고 있다.

이렇게 국내원전 관련기술의 질적·양적 성장에도 불구하고 국내에는 원전관련 기기제작에 필수적인 기기 성능검증시설 및 관련제도의 미비로 말미암아, 안전관련 주요기기들은 외국에서 수입하고 있고, 국내에서 생산된 경우에는 외국의 전문업체에 의뢰하여 성능을 검증 받아 왔다.

정부에서는 이러한 문제점을 해결하고 국내의 기술수준향상 및 관련산

업의 활성화를 위하여 기기성능검증 제도의 도입을 추진하고 있다.

여기서는 성능검증의 내용을 개략적으로 살펴본 다음 현재 추진하고 있는 기기성능검증관련 원자력법 개정안의 내용을 설명하고 성능검증제도의 정착을 위한 향후 추진방향을 논의하고자 한다.

## 2. 성능검증의 종류 및 방법

원자력발전소는 장기간 고온·고압으로 운전되고 있으며 관련기기는 고방사선에 노출되어 있다. 운전중에 지진 등 천재지변이 있을 수도 있다.

이들 기기가 원자력발전소의 전수명기간 동안 어떤 조건속에서도 설계된 성능을 완벽히 유지하느냐 하는 것은 중대한 문제가 아닐 수 없다.

MTI사고의 경우에서 보듯이 단위기기의 고장이 대형사고로 발전될 수도 있으며, 특히 원자력사고시 국민건강과 국토환경에 미칠 막대한 영향을 감안할 때 관련기기의 완벽한 성능의 유지는 시스템 자체의 안전성 못지 않게 중요하다.

기기성능검증제도는 이렇게 예측할 수 있는 어떠한 운전상황에서도 안전을 확보하여야 하는 원자력사업 특유의 안전성확보 개념에 의하여 발전되어 왔다.

이를 위하여 원자력발전소의 안전과 관련된 중요한 기기에 대하여 제반

약조건의 운전환경과 지진 등 자연재해시에도 설계된 성능이 완벽히 발휘될 것을 확인·검증하게 된다.

성능검증분야는 크게 내환경검증과 내진검증으로 나누어진다.

내환경검증은 고온, 고압, 고방사선 등의 운전환경속에서도 해당기기가 설계된 본래의 성능을 전 수명기간동안 계속하여 유지할 것을 입증하는 것이다.

이를 위하여는 시제품에 대하여 열적노후화시험, 가동노후화시험, 진동노후화시험, 방사선노후화시험 등이 실시된다.

내진검증은 안전성관련기자들이 지진 발생시에도 정상적으로 작동될 수 있는지를 확인하는 것으로서 기기의 구조적 건전성 및 구동성 등을 시험하게 된다.

이들 직접적인 시험에 의한 검증 이외에도 경우에 따라서는 운전경험에 의한 방법 및 해석에 의한 간접

적인 검증방법이 채택되기도 한다.

성능검증은 안전성 관련기기, Class 1E 전기기기, 손상시 안전성 관련기기의 작동에 영향을 줄 수 있는 비안전성 관련기기, 주요 사고감시기기 등 원자력발전소 안전운전관련 주요기기를 대상으로 한다.

## 3. 국내외 현황

기기성능검증제도를 처음 규제체제로 정립한 나라는 미국이다.

'70년대초 미국의 전기·전자학회인 IEEE에서 전기기기에 대한 내환경 및 내진기준을 제정한 것이 효시이다.

이후 TMI사고를 계기로 하여 1983년에 10 CFR 50.49가 제정됨에 따라 기기성능검증 요건이 법규화되었다.

미국의 기기성능검증기준의 기본

## 성능검증의 종류

### 성능검증 (Equipment Qualification)

#### 내환경검증 (Environmental Qualification)

지진을 제외한 온도, 압력, 방사선, 화학물질 등의 환경조건에 대한 성능 및 안전성을 입증

#### 내진검증 (Seismic Qualification)

지진발생에 따른 대상기기의 성능 및 안전성 입증

## 기기성능검증제도의 국내 도입 추진 현황과 과제

### 성능검증 대상기기(예시)

구 분	관련계통 및 기기
안전성 관련기기	-원자로냉각재 압력경계의 건전성 유지기기 -원자로정지 및 안전정지 상태유지를 위한 기기 -방사선방출 방지기기
Class 1E 전기기기	-원자로 비상정지 계통 -격납건물 격리 및 열제거 계통 -원자로노심 냉각계통 및 진열제거 계통
비안전성 관련기기	-펌프 유힐유압력 및 수두유지 계통 -제어봉 자동제어 계통 -가압기 PORV 계통 -증기발생기 계통 -터빈발전기 제어 계통
Reg. Guide 1.97에 따른 사고후 감시기기	-격납용기내의 온도, 압력 등을 감지하는 계기류

요건은 법령인 10CFR 50.49와 NRC의 기술지침인 Reg. Guide 1.89 및 1.100, 이들을 보완하는 기술기준인 IEEE-323 및 IEEE-344에 근간을 두고 있다.

미국의 경우 성능검증은 민간연구소인 SWRI, WYLE, FRC 등에서 수행하고 있다.

규제기관인 NRC는 이들 성능검증 수행기관들의 검증 Program 및 검증 방법의 적합성 여부를 검토·승인함으로써 검증의 공신력을 높이고 있다.

일본의 경우는 기기성능검증 관련 법규 및 기술기준은 초기에는 미국의

법규 및 기술기준을 준용하여 자국의 원자력발전소에 적용시켰으나, 점차 기술능력이 향상됨에 따라 전원3법 및 전기사업법에 근간을 두고 자국의 실정에 맞도록 보완하여 적용하고 있다.

일본은 미국과는 달리 산업체들이 합자하여 원자력공학시험센터(NUP-EC)를 설립하여 거기서 성능검증업무를 수행하도록 하고 있다.

원자력공학시험센터는 신뢰성 실증 시험, 품질보증을 위한 확인시험, 내진해석을 위한 확인시험 등의 업무를 수행하며 이들 이외에도 원자력안전

성 관련정보분석 및 평가 등의 업무도 담당하고 있다.

우리나라는 원자력법규에서 기기성능검증을 명문화하여 요구하지 않고 있으며 또한 성능검증과 관련해서는 아직까지는 독자적인 규제지침 및 기술기준도 갖추지 못하고 있는 실정이다.

그러나 우리나라 원자력발전소의 건설은 도입국의 규제지침에 의하여 안전성이 심사되는 과정에서 사업자의 약속사항으로서 기기의 성능검증이 간접적으로 실시되는 방법이 채택되었다.

국내업체가 생산하는 국산화기기에 대하여는 외국기술제휴사의 지원 또는 기존의 납품실적으로 성능검증을 실시하거나, 시제품을 제작하여 외국에서 성능검증을 직접 실시하는 등의 방법으로 검증요건을 만족시키고 있다.

어느 경우이든 외국에 의존하여 기기성능검증을 실시함으로써 국내 업체의 경제적, 시간적 손실이 크며 이는 기자재의 국산화를 저해하는 요인 중의 하나가 되고 있다.

최근 일부 국내업체 및 연구기관에서 제한된 범위의 성능검증업무를 수행하고 있으나 기술능력이나 설비면에서 아직 미미한 수준에 있다.

#### 4. 원자력법정개정안에 반영된 성능검증 관련규정



〈原電관련기기의 완벽한 성능유지는 시스템 자체의 안전성 못지않게 중요하다. 사진은 원전연료 재장전기중기 조작 모습〉

정부에서는 최근 원자력을 둘러싼 국내외의 급격한 환경변화에 능동적으로 대처하기 위하여 원자력법의 개정을 추진하고 있다.

이는 국가원자력정책의 수립·결정 및 조정기능을 강화하고, 원자력의 개발·이용을 촉진하며, 원자력의 안전성확보를 강화하는 등 현행 원자력법령을 시대적 상황에 맞게 발전적으로 개정·보완하려는 것이다.

특히 이번 개정안에서는 국내원자력 기술수준의 향상에 따른 제도적인 뒷받침을 위하여 기기성능검증제도를 도입하였다.

이번의 개정안에 반영된 성능검증 관련조항을 살펴보면 모두 성능검증업의 허가와의 그에 따른 규제에 관한 내용으로 이루어져 있다.

이는 법규에 의한 행정규제는 필요한 최소한에 국한하여야 한다는 원칙하에 수요자인 기기제작업체는 직접 규제대상에서 제외된 때문이다.

기기생산업체는 자유로운 경제활동의 일환으로 성능검증업체를 스스로 선택하여 검증을 받으면 된다.

이번의 법개정으로 인하여 기기제작업체에는 별도의 규제가 추가되지 않으며 이는 시행령, 시행규칙 등 후속법규의 제정과정에서도 지켜질 것이다.

성능검증은 기기의 제작과정에서 그의 안전성을 확인하는 가장 마지막 단계이므로 부실한 성능검증은 원자력발전소의 안전에 중대한 영향을 미칠 수도 있다.

따라서 이번의 원자력법개정안에서는 기기제작업체에 대하여는 생산업 허가제도 등 기존의 품질확인제도도 기기제작단계의 안전성을 확인하는 한편 성능검증업자에 대하여는 엄격한 규제요건을 신설하여 성능검증의 내실화를 기하고 있다.

우선 성능검증사업을 하고자 하는 이는 일정한 기준에 적합한 시설을 갖

추고 품질보증계획서 등 관련서류를 제출하여 정부의 허가를 받아야 한다.

허가받은 후에는 정기적으로 정부의 검사를 받아 설비의 성능 등 허가요건이 유지되고 있는지와 품질보증계획서 대로 업무가 수행되고 있는지를 확인받게 된다.

이들 규제 사항을 위반했을 때에는 허가취소 등 행정조치 뿐만 아니라 형사상의 책임도 물을 수 있도록 하였다.

성능검증업체의 부실과 불법적인 운영은 원자력의 안전성확보 측면 뿐만 아니라 수요자인 산업계의 보호를 위해서도 철저히 감시되어야 하기 때문이다.

이번 원자력법 개정안에 포함된 성능검증 관련조항의 내용은 다음과 같다.

### 원자력법 개정안중 성능검증 관련조항

제42조의2 (성능검증업의 허가)

- ① 원자로 및 관계시설에 설치하는 부품중 원자로의 가동기간 동안 정상적 성능유지가 필요한 부품에 관하여 성능검증업을 하고자 하는 자는 대통령이 정하는 바에 따라 과학기술처장관의 허가를 받아야 한다. 허가 받은 사항을 변경하고자 할 때에도 또한 같다. 다만, 총리령이 정하는 경미한 사항의 변경은 이를 신고하여야 한다.

## 기성능검증제도의 국내 도입 추진 현황과 과제

② 제2항의 규정에 의한 허가를 받고자 하는 자는 성능검증업허가신청서에 성능검증에 관한 품질보증계획서 기타 총리령이 정하는 서류를 첨부하여 과학기술처장관에게 제출하여야 한다.

③ 제1항의 규정에 의한 성능검증업허가를 받고자 하는 자에게는 제13조의 규정을 준용한다. 이 경우에 제13조 제3호중 “제17조”는 “제42조의5”로 본다.

제42조의3(허가기준) 제42조의2의 규정에 의한 성능검증업의 허가 기준은 다음과 같다.

1. 성능검증을 수행하는데 필요한 기술적·경제적 능력이 있을 것.
2. 성능검증을 위한 품질보증계획이 과학기술처장관이 정하는 기준에 적합할 것

제42조의4(검사) ① 과학기술처장관은 제42조의 제1항의 규정에 의하여 허가를 받은 자(이하 “성능검증업자”라 한다)가 동조 제2항의 규정에 의한 품질보증계획에 따른 성능검증업무의 수행여부를 검사할 수 있다.

② 과학기술처장관은 제1항의 규정에 의하여 검사를 실시한 결과, 제42조의3의 규정에 의한 허가기준에 미달되거나 성능검증업자가 이 법에 위반한 사실이 있을 때에는 그 시정 또는 보완을 명할 수 있다.

제42조의5(성능검증업허가의 취

소) ① 과학기술처장관은 성능검증업자가 다음 각호의 1에 해당할 때에는 허가의 취소 또는 1년 이내의 기간을 정하여 그 사업의 정지를 명할 수 있으며, 그 처분이 당해 사업의 이용자에게 심한 불편을 주거나 공익을 해할 우려가 있는 때에는 그 허가의 취소 또는 사업의 정지에 갈음하여 5천만원 이하의 과징금을 부과할 수 있다.

1. 거짓 기타 부정한 방법으로 허가를 받은 때
2. 정당한 사유없이 대통령령이 정하는 기간내에 허가받은 사업을 개시하지 아니하거나 계속하여 1년 이상 그 사업을 휴지한 때
3. 제42조의2 제1항 후단의 규정에 의하여 변경허가받아야 할 사항을 허가받지 아니하고 변경한 때
4. 제42조의2 제3항에 의하여 준용되는 제13조제1호·제2호 및 제4호의 1에 해당하게 된 때. 다만, 법인의 임원이 그 사유에 해당하게 된 경우에 3월 이내에 그 임원을 개입한 때에는 그러하지 아니하다.
5. 제42조의3의 허가기준에 미달한 때
6. 제42조의4 제2항 또는 제103조 제1항 및 제3항의 규정에 의한 명령에 위반한 때
7. 제104조의 허가조건에 위반한 때

② 제1항의 규정에 의하여 과징금을 부과할 경우에는 제17조 제2항

및 제3항의 규정을 준용한다.

제42조의6(성능검증업의 휴·폐지 등 신고) 성능검증업자가 그 사업의 전부 또는 일부를 휴지 또는 폐지하거나 휴지한 사업을 재개한 때에는 그 휴지·폐지 또는 재개한 날부터 30일 이내에 이를 과학기술처장관에게 신고하여야 한다.

제42조의7(기록과 비치) 성능검증업자는 총리령이 정하는 바에 따라 성능검증시설의 건설 및 운영에 관한 사항을 기록하여 그 성능검증 시설에 비치하여야 한다.

제42조의8(준용) 제20조의 규정은 성능검증업자에 관하여 이를 준용한다. 이 경우에 “발전용원자로설치자”는 “성능검증업자”로 본다.

(註) 위 범조항 중 준용된 조항의 내용은 다음과 같다.

-원자력법 제13조(결격사유) : 발전용원자로 건설허가를 받을수 없는 경우에 대한 규정(임원의 결격사유 등)

-원자력법 제20조(양도·상속 등) : 발전용원자로 설치자가 그 사업을 양도하고자 하는 경우에 해당하는 규정

## 5. 향후 추진계획

원자력법개정법률안은 정부안으로

확정되어 현재 국회에 상정되어 있다.

지금의 일정으로는 큰 문제가 없는 한 금년중에 개정법률안이 국회를 통과하여 내년부터는 시행이 가능할 것으로 기대되고 있다.

개정안에 반영된 성능검증 관련사항이 시행되려면 개정법률에 대한 시행령, 시행규칙 뿐만 아니라 관련고시 등 하위법규가 제정되어야 한다.

기술관련 특별법들 대부분이 그렇듯이 원자력법도 법구조상 실무적이고 기술적인 상당한 부분을 하위법령에 위임하고 있다.

하위법령을 어떻게 규정하느냐에 따라 규제내용은 크게 달라 질 수도 있다.

따라서 정부에서는 법안내용을 충실히 반영하면서도 보다 합리적인 제도를 구축하고자 하위법령 제정내용에 대한 관련전문가 및 해당업체들로부터 광범위한 의견을 수렴하고 있다.

하위법령에서 규정하여야 할 사항을 개략적으로 살펴보면, 우선 대통령령인 시행령에는 성능검증사항을 원자력관련 기술기준에 명문화하여 규정하게 된다.

이는 성능검증을 우리의 기술기준 체계에 도입함으로써 해당부분의 기기를 사용할 때에는 성능이 검증된 것을 사용해야 하는것이 원자로설치자의 의무사항으로 되는 것을 의미한다.

또한 법에서 위임된 허가와 관련된 중요한 절차 및 기준 등도 규정하게 된다.

총리령인 시행규칙에서는 법안에서 위임된 허가에 따른 구비서류의 내용들이 규정되게 되며, 고시에서는 품질보증계획서의 작성기준, 검증방법, 검증설비기준 등 좀더 세부적인 기술관련 사항들이 규정되게 된다.

이들 하위법령은 개정법률안이 확정되는 대로 가급적 빠른 시일 내에 시행될 수 있도록 제정작업을 완료하여 1995년 상반기 중에는 시행이 가능하도록 실무작업이 진행중에 있다.

## 6. 맺음말

국내전력수요의 급격한 증가와 부존에너지자원이 부족한 현실을 감안할 때 우리에게 있어서 원자력사업의 확대는 불가피한 선택이다.

원전건설경험의 축적과 관련기술의 향상으로 이제 국내에 건설중인 원전은 거의 대부분이 우리기술에 의하여 설계·건설되고 있다.

원자력발전소의 상업운전기간이 20년 가까이 되고 있는 등 설비의 노후화에 따른 기기교체의 필요성도 대두되고 있다.

기기성능검증을 계속 외국의 기준과 기술에 의존하는 것은 경제성면에서나 기술자립 측면에서 바람직스럽지 못하다.

우리 실정에 맞는 원자력발전소의 기기성능검증체제를 확립하여야 한다.

무한경쟁의 국제무역질서 속에서 국내기업의 경쟁력을 높이고 원자력분야의 수출의 길을 열기 위해서도 국내 기기성능검증제도의 확립은 필수적이다.

법규에 의한 규제체제의 구축은 주어진 이상적인 목표를 어떻게 현실에 맞게 합리적으로 반영하느냐 하는 실제적인 문제로 귀착된다.

현실을 간과한 명분만을 지나치게 강조하다 보면 법은 당초의 의미와는 다르게 실제 시행과정에서는 국민에게 부담만 지우게 되거나 경우에 따라서는 산업발전을 저해하는 요인으로 작용할 수도 있다.

성능검증제도는 앞으로도 많은 연구가 있어야 한다.

우리 실정에 맞는 검증대상, 검증방법, 평가기준, 설비구성요건 등 기술기준의 개발과, 국내에 성능검증기술과 능력이 정착될 때까지의 과도적인 문제, 좁은 국내시장의 여건으로 사업이 독점될 경우 업체의 부담증가 가능성 등에 대한 합리적인 대안이 제시되어야 한다.

이들은 국내업계의 현황 및 국민의 입장을 살펴 이를 정책에 반영하려는 정부의 세심한 노력 뿐만 아니라 업계의 참여와 협조가 있을 때 해결이 가능할 것이다.

국내 기기성능검증제도의 발전을 위한 관련업계의 적극적인 참여와 보다 건설적인 의견이 과학기술처에 제시되기를 기대한다.