

전력산업 기술기준(KEPIC)의 공인검사제도 운영 현황

김중해 | 대한전기협회 전력기준처 부장

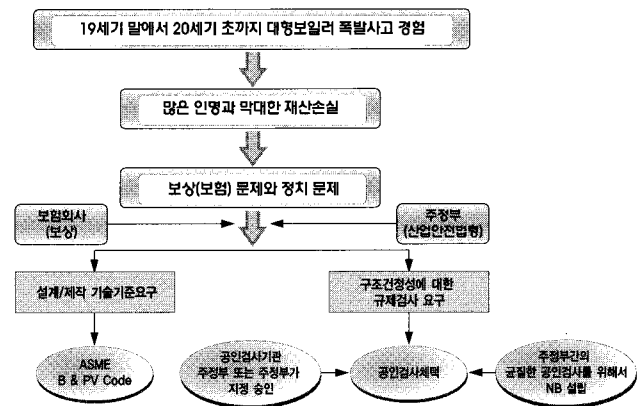
1. 공인검사제도의 발생 배경

발전소와 같은 플랜트 설비의 내압기에 갑작스런 파손이 발생하면 그 기기를 포함한 시스템이나 플랜트 전체를 가동되지 못하게 하거나 대형사고로 이어져 인명과 재산상의 막대한 피해를 가져오기도 한다. 특히 사고로 인한 인명 피해는 플랜트 가동 중단과는 달리 사업자의 손해에 국한되지 않고 일반 국민에게도 큰 영향을 주게 되므로 내압기기의 구조 건전성에 대해서는 특별한 관리가 필요하다.

실제로 내압기기의 구조 건전성에 대한 검사제도(이 제도를 미국에서는 주정부가 권위를 부여한다는 의미로 '공인검사'라 부른다)가 1800년대 말 서구 각국에서 빈발한 보일러 폭발사고로 많은 인명 피해를 경험하고부터 시작되었다.

미국, 독일 등 서구 여러 나라는 검사제도 초기에 내압기기의 설계 및 제작 기준을 수립하고 이것을 제대로 적용하는지 확인하기 위한 엄격한 제3자 검사기관의 필요성을 인식하게 되었고, 그 방법론은 국가별로 차이가 있지만 이렇게 탄생한 공인검사기관으로 대표적인 기관이 미국의 Hartford와 독일의 TÜV이다. <그림 1>은 미국의 공인검사제도 발생 과정을 도식적으로 보여주고 있다.

검사제도의 초기에는 설계 미숙과 사용하는 재료 그 자체의 결함도 많았으나, 산업기준의 정착과 재료기술이 발달함에 따라 1960년대 이후에는 기기 구조를 형성하기 위한 용접부와 그 영향부에 국한하여 여러 가지 문제가 발생하게 되었다. 이에 따라 선진 각국은 1960년대에서 1970년대에 이르는 동안에 자국 산업기준의 내용과 구조건전성 검사제도를 용접검사에 맞추어 변화시키기 시작하였고, 일본과 같은 후발 선진국은 아예 처음부터 '용접검사'란 용어로 출발하기도 하였다.



<그림 1> 미국의 공인검사제도 발생 과정

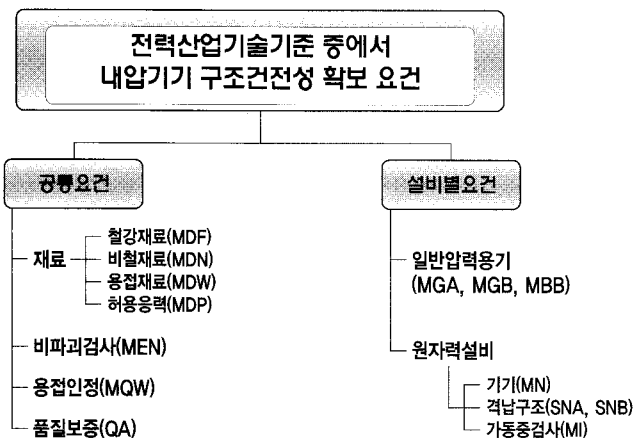
2. 내압기기 구조건전성 검사제도

우리나라는 대형 압력플랜트를 건설한 역사가 짧아 전력산업 기술기준(KEPIC)개발 이전까지는 미국이나 독일처럼 사회적 환경에 부응하여 자연 발생적으로 탄생한 내압기기의 구조건전성 검사기관이 없이 오직 규제기능을 위하여 정부의 각 부서별로 소관 법령에 따른 법정검사만을 각각 운영하고 있었다.

화력발전설비는 산업자원부가 전기안전공사에, 석유화학설비는 노동부가 산업안전공단에, 가스설비는 산업자원부가 가스안전공사에, 일반 보일러는 산업자원부가 에너지관리공단에, 원자력설비는 과기부가 원자력안전기술원에(이후 원자력법을 개정하여 용접검사제도를 폐지하고 KEPIC에 의한 공인검사제도 인정) 위탁하여 운영하였다. 따라서 소관부서에 따라 적용기준도 다르고, 검사자의 자격관리나 검사의 심도나 방향이 모두 달라 국가적으로 일관성 확보를 위한 조정이 필요한 시점이다.

3. KEPIC의 공인검사제도 도입

KEPIC의 내압기기 구조건전성 확보를 위한 기준은 <그림 2>와 같이 구성되어 있으며, 우리나라 발전소 건설과 운영에 가장 많이 적용하고 있던 미국기계학회(ASME)의 Boiler and Pressure Vessel (B&PV) Code를 참조로 하여 기술적 요구사항은 거의 그대로 수용하였고, 제도적 사항은 우리나라 전력산업 분야 종사자들이 익숙해 있는 미국의 제도를 참조하되 우리 실정에 맞도록 변경하여 채택하였으며 그 중 대표적인 것이 공인검사제도이다.



<그림 2> 내압기기의 구조건전성 확보 요건의 구성

KEPIC의 공인검사는 <그림 2>와 같이 원자력기계 분야 (KEPIC-MN), 원자력가동중검사 분야(KEPIC-MI), 원자력토목구조 분야 중 격납구조(KEPIC-SNB), 일반기계 분야 압력기기 중 보일러(KEPIC-MBB), 압력용기(KEPIC-MGB) 및 배관(KEPIC-MGE)을 그 대상으로 하고 있다.

이와 같이 KEPIC에서 공인검사제도를 채택함에 따라 우리나라에서도 본격적으로 산업기준에 의한 내압기기 구조건전성 확인제도인 공인검사제도의 시행 기반이 마련되었으며, 현재 KEPIC을 적용하는 원자력발전소 건설 프로젝트에 우리 기준에 의한 공인검사가 시행되고 있다.

4. 공인검사기관

공인검사의 공정성과 객관성을 위하여 발전사업자나 제조사,

재료업체 설치/시공자 또는 이에 준하는 업무를 수행하는 조직에 의하여 직·간접적으로 지배되는 조직은 공인검사기관이 될 수 없으며, 공인검사기관은 자격인증을 희망하는 분야의 공인검사감독원 1명 이상을 포함하여 4명 이상의 공인검사감독원 또는 공인검사원(원자력토목구조 분야는 2명 이상)을 보유하여야 한다.

공인검사기관은 공인검사 업무 수행을 위한 공인검사 프로그램을 수립·이행하여야 하고 대한전기협회에서 해당 프로그램의 적절성과 이행 능력을 심사하여 관련 위원회의 심의를 거쳐 자격인증을 발급하며, 신규로 원자력분야의 공인검사기관 자격을 인증하고자 하는 경우에는 사전에 규제기관의 승인을 득하도록 하고 있다.

KEPIC에 따라 자격 인증된 공인검사기관은 현재 3개 기관으로 기관별 자격인증 현황은 <표 1>과 같다.

<표 1> 공인검사기관 자격인증 현황

기관명	자격인증 분야
한국기계연구원(KIMM)	원자력기계, 원자력가동중검사, 원자력토목구조
하트포드검사보험(KHSB)	원자력기계, 일반기계
로이드선급(LLOYDS)	원자력기계, 일반기계

5. 공인검사감독원 / 공인검사원

5-1. 자격인정 요건 및 절차

공인검사 업무를 수행하는 자는 해당 분야의 KEPIC 요건에 대한 지식과 활용 능력을 보유하고 있어야 하며, 수행업무의 난이도에 따라 공인검사감독원과 공인검사원으로 구분한다.

공인검사감독원 또는 공인검사원의 자격을 취득하기 위해서는 희망 자격분야에 대한 협회의 교육과정을 이수하고 자격시험 합격증을 보유한 자로서 해당 분야의 자격인증서를 보유하고 있는 공인검사기관에 고용되어야 한다.

아울러 KEPIC-QAI(공인검사)에서 요구하는 자격분야별 소정의 학력, 경력 및 지식을 보유하고 해당 공인검사기관으로부터 자격등록이 신청되면 해당 위원회의 평가 결과 적정하다고 판단, 협회에서 자격인정서를 발급하며 자격 유효기간은 3년이다.

5-2. 공인검사감독원 및 공인검사원의 의무

공인검사감독원과 공인검사원은 분야별로 차이는 있으나 대표적

으로 다음과 같은 업무를 수행한다.

가. 공인검사감독원의 의무

- 1) 공인검사원에 대한 업무감사
- 2) 공인검사원의 검사업무 배분 및 검사활동 지휘감독
- 3) 공인검사원이 발견한 주요 부적합사항에 대한 조사 및 특별보고
- 4) 공인검사원이 단독으로 해결하지 못하는 문제점에 대한 기술 지원
- 5) 공인검사원의 기술적 능력 유지를 위하여 다음과 같은 활동의 수행
 - ① 공인검사 기술과 관련한 패널 토론
 - ② 특정 문제점과 해결책에 대한 질의응답 및 문서교환
 - ③ 기타 소속팀의 특성에 맞는 활동
- 6) 인증업체 품질보증계획서에 대한 협회심사에 참여 (MN/SN)
- 7) 인증업체 품질보증계획서의 변경예정사항 사전검토 및 승인 (MN/SN)
- 8) 재료공급업체를 역무범위에 포함한 인증업체의 재료공급업무 품질시스템에 대한 년1회 이상 감사(MN/SN)
- 9) 인증업체 및 공인검사원의 활동 감사
- 10) 기타 규제기관이 요구하는 사항

나. 공인검사원의 의무

- 1) 인증서, 보유 기술기준 및 품질보증계획서의 유효성 확인
- 2) 인증업체 품질보증계획의 준수상태 확인(MN/SN)
- 3) 인증번호 없이 공급되는 부품 또는 배관반 조립품에 대한 원자력제조자의 추적절차 검토 및 승인(MN)
- 4) 하청업체를 포함한 인증업체 품질보증계획의 감사 (MN/SN)
- 5) 설계시방서와 설계보고서가 유효하고 이용가능한지 확인 (MN/SN)
- 6) 사용재료가 요건을 만족하는지 확인
- 7) 재료의 절단면 검사 및 추적성 유지체계가 요건을 만족하는지 확인
- 8) Procedure Qualification(WPS, 비파괴시험 포함) 확인
- 9) Welder/Operator 자격인정 확인
- 10) 열처리 장비 및 기록서 확인
- 11) 비파괴검사를 포함한 검사자 자격인정 확인
- 12) 측정계기 및 사용장비의 적격여부 확인
- 13) 용접공정중 검사
- 14) 최종건전성확인시험(수압시험 등) 입회

- 15) 부적합사항(인증업체 발행분도 포함) 관련 검사
- 16) 자료보고서 검사(MI는 발전사업자 검사보고서) 및 인증
- 17) 명판의 대체표시 방법의 검토 및 승인(MN/SN)
- 18) 명판을 제거한 품목의 식별 및 추적 방법의 검토 및 승인 (MN/SN)
- 19) 인증번호 표시순서 및 자료보고서 완결 방법에 대해 인증업체와 합의(MN/SN)
- 20) 공인검사활동 일지의 유지

5-3. 공인검사 교육

공인검사감독원과 공인검사원 자격 취득을 위한 교육과정은 <표 2>와 같이 공통과정과 해당 분야의 전문과정으로 운영하며 원자력가동중검사 분야는 원자력기계 분야 전문과정을 함께 이수하여야 한다.

<표 2> 공인검사 교육과정 및 교육내용

교육과정	교육시간	주요 교육내용
공인검사공통과정	28시간	- KEPIC 개요 및 공인검사 역할 - 용접일반 및 공정 - 금속재료 및 용접아금 - 용접인정 및 용접부 시험법
원자력기계(MN) 전문과정	35시간	- 원자력기계 일반요건 - 원자력 품질보증 - 원자력기계 기술요건(재료, 설계, 제작 및 설치, 검사 및 시험, 파괴역학 등) - 공인검사 사례 및 실습
원자력가동중검사(MI) 전문과정	28시간	- 원자력가동중검사 일반 요구사항 - KEPIC-MI 기술요건 - 콘크리트 격납용기 가동중검사 - 와류탐상검사(ECT)/초음파탐상검사(UT) - 보건물리/공인검사 사례 및 실습
원자력토목구조(SN) 전문과정	35시간	- 원자력토목구조 일반요건과 품질보증 - 철근 및 콘크리트/프리스트레스 계통 - 금속라이너 및 매입물 - 격납구조 건전성 시험 - 공인검사 사례 및 실습
일반기계(MG) 전문과정	35시간	- 일반기계 일반요건 및 품질보증 - 압력용기/보일러/배관 기술요건(재료, 설계, 제작 및 설치, 검사 및 시험) - 공인검사 사례 및 실습

지금까지 KEPIC 공인검사 교육과정은 총 21회에 걸쳐 시행하였으며 과정별 교육 이수인원은 <표 3>과 같다.

〈표 3〉 공인검사 교육 시행 현황

교육 과정	시행회수	교육 이수인원
공인검사 공통과정	7회	170명
원자력기계 전문과정	7회	141명
원자력가동중검사 전문과정	2회	23명
원자력토목구조 전문과정	1회	22명
일반기계 전문과정	4회	64명
계	21회	420명

5-4. 자격시험

공인검사 교육과정을 이수하고 희망자에 한하여 자격시험을 실시한다. 자격시험 합격기준은 해당 자격분야에 필요한 교육 과정 별로 각각 70점 이상 득점하여야 한다.

지금까지 7회에 걸쳐 시험을 실시하여 〈표 4〉와 같이 총 299명이 응시, 113명이 합격하여 약 37.8% 정도의 합격률을 보이고 있다. 합격증은 5년 동안 유효하며 5년이 경과하면 재응시하여 합격하여야 하나 해당 분야와 관련된 업무를 지속적으로 수행한 경우에는 유효기간의 연장이 가능하다.

〈표 4〉 공인검사 자격시험 시행 현황

자격분야	응시자수	합격자수	합격률
원자력기계	170명	55명	32.4%
원자력가동중검사	25명	18명	72.0%
원자력토목구조	37명	19명	51.4%
일반기계	67명	21명	31.3%
계	299명	113명	37.8%

5-5. 공인검사감독원 / 공인검사원 자격인정 현황

5-1의 자격 요건을 충족하여 자격 인정된 KEPIC 공인검사감독

원 및 공인검사원 현황은 〈표 5〉와 같다. 한 사람이 여러 분야의 자격을 동시에 취득할 수 있으며 자격 유효기간은 3년으로 유효기간이 종료되면 공인검사 활동실적 등을 평가하여 다시 자격인정하고 있다.

6. 향후 과제와 전망

내압기계에 대한 공인검사제도와 KEPIC의 적용은 필수불가결한 관계로서 ASME와 같은 선진 외국의 표준도 공인검사제도를 통해 발전을 거듭해 왔으며, 이와 같은 배경에서 채택한 KEPIC의 공인검사제도는 제도적 정착과 더불어 선진 외국의 수준에 필적할만한 수준으로 질적 양적 기반을 마련하였다.

울진원자력 5, 6호기 건설부터 시작하여 원자력 품목의 제작과 설치 등 광범위하게 적용하고 있으며 화력발전소 또한 KEPIC 적용을 시작하고 있으나, 아직 공인검사에 대한 산업계 전반에 대한 인식이 부족하여 공인검사 대상 전 분야에 대해 활발한 공인검사 활동이 이루어지지 못하고 있다.

지금까지는 선진 외국의 사례를 참조하여 우리 실정에 맞는 기반을 구축해 온 과정이라 할 수 있으나 앞으로는 KEPIC의 공인검사제도를 국내 전력설비에 다양하게 적용하여 각 기술분야별로 국내 전력산업기술의 향상을 도모하고 다시 이를 제도에 반영함으로써 우리나라 전력산업 표준인 KEPIC의 정착과 국제적 표준으로 발전시켜 나가는 중심 수단으로 활용해야 할 것이다.

〈표 5〉 기관별 공인검사감독원/공인검사원 자격인정 현황

공인검사기관명	자격구분	자격인원(명)	분야별 자격인정 인원(명)				계
			MN	MI	SN	MG	
한국기계연구원	공인검사감독원	15	6	11	4	-	21
	공인검사원	16	13	7	5	-	25
	계	31	19	18	9	-	46
하트포드검사보험	공인검사감독원	4	4	-	-	4	8
	공인검사원	4	4	-	-	2	6
	계	8	8	-	-	6	14
로이드선급	공인검사감독원	5	3	-	-	3	6
	공인검사원	5	4	-	-	2	6
	계	10	7	-	-	5	12
계	공인검사감독원	24	13	11	4	7	35
	공인검사원	25	21	7	5	4	37
	계	49	34	18	9	11	72