

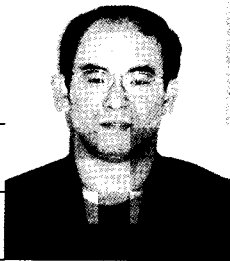
# 일본 발전설비기술검사협회의 역할 및 활동현황



송 상 우

(KIMM 원자력공인검사단)

- '95 한양대학교 금속학과(학사)
- '97 한양대학교 금속학과(석사)
- '97 - 현재 한국기계연구원 연구원



박 지 홍

(KIMM 원자력공인검사단)

- '83 연세대학교 금속공학과(학사)
- '88 Case Western Reserve Univ. 재료공학(석사)
- '94 Case Western Reserve Univ. 재료공학(박사)
- '94 - '95 Case Western Reserve Univ. 연구원
- '96 - 현재 한국기계연구원 선임연구원

## 1. 서 론

현재 우리나라는 산업설비의 증가와 더불어 원자력, 화력발전소 및 화학플랜트 등 각종 압력용기에 대한 수요가 증가하게 되었고, 이에 따라 압력용기의 안전성확보를 위한 보다 효율적인 검사기술 및 제도가 필수적으로 요구되고 있다. 그러나 우리나라의 압력용기 검사 관련 제도 및 기술기준은 초창기 기술이 정착되기 이전에 미국, 일본, 캐나다 등 여러 선진국에서 단순히 들여왔기 때문에 같은 압력용기임에도 불구하고 관련 법령이나 기술기준이 여러 가지로 나뉘어 있어 실제로 적용하기가 어렵고 또한 중복검사도 발생하고 있는 실정이다.

우리나라에 가장 알맞은 검사기술 및 제도를 위하여 여러 선진국의 정보를 조사, 검토한 결과, 일본이 원자력발전소의 종류에 있어 비등형(BWR), 가압경수형(PWR) 등 다양한 형태의 원전을 보유하고 있고, 지리적, 문화적 환경을 고려하여 볼 때에도 우리나라와 유사한 점이 많았다.<sup>[1]</sup> 일본은 공인검사에 해당하는 업무를 '용접검사'로 규정하여 현장 위주의 검사를 수행하고 있으며, 일본의 유일한 전문검사기관이자 제3자 검사기관이며, 비영리단체인 발전설비기술검사협회(Japan Power Engineering and Inspection Corporation, 이하 JAPEIC)가 일본 전역의 화력, 원자력발전설비에 대하여 제작, 시공, 가동중의 구조건전성 확보를 위한 검사를 수행하고 있다.<sup>[2]</sup> JAPEIC은 약 30여년의 역사를 통하여 많

은 축적된 경험과 자체 연구실적을 보유하고 있으며, 한국기계연구원 등 국내 압력용기 검사 관련기관들과 국제협력에 대한 협정을 맺고 전문가 교류 및 기술정보의 교환을 행하고 있다.

먼저 일본의 압력용기 검사제도 중 원자력설비를 중심으로 하여 간략히 기술하고, JAPEIC의 현황 및 지정검사, 안전관리심사, 원자력설비의 정기검사, 연구활동 등 주요 업무내용에 대하여 살펴보겠다.

## 2. 일본의 원자력 압력용기 검사제도

일본 원자력발전 안전규제 체계의 기본적 개념은 원전의 검사·운전에 대하여 원자로설치자의 자주보안관리에 의한 안전확보가 전제이지만, 공공의 안전확보관점에서 정부가 핵원료물질, 핵연료물질 및 원자로의 규제에 관한 법률 및 전기사업법에 근거하여 설치허가에서부터 공사계획의 인가, 사용전검사, 연료체검사, 용접검사, 운전개시 후의 정기검사 및 운전관리감독까지 일관되게 엄정한 안전규제를 실시하고 있다. 따라서 전력회사의 자주보안을 전제로 하여 정부는 전력회사에 보안규정의 준수 의무, 주임기술자의 선임의무 등을 부과하고, 정기검사에 대하여 수검의무를 부과하고 있다.<sup>[2][3]</sup>

원자력설비에 관한 주요 행정조직으로는 통상산업성과 원자력안전위원회가 있다. 이중 통상산업성은 전기사업법, 핵연료물질, 핵연료물질 및 원자로의 규제에 관한 법률을 토대로 하여 안전규제행정을 시행하고 있으며, 원자력안전위원회는 원자력안전규제에 관한 사항에 대한 심의, 자문기관이다. 설치자로부터 원자로의 설치허가 신청이 있으면 통상산업성은 해당 원자로의 기본설계가 안전상 타당한 지에 대하여 심사를 하고, 이때에 원자력발전기술고문회의 의견을 듣는다. 그 후, 통상산업대신(장관)은 안전심사결과를 원자력위원회 및 원자력안전위원회에 자문을 구하고, 그 결과에 대하여 내각 총리대신의 동의를

받아서 허가를 행한다. 원자력안전행정 중 검사는 자원에너지청 공익사업부의 원자력발전안전관리과가 담당하고 있으며, 2000년 7월 개정된 전기사업법이 시행되기 전까지 구 전기사업법 제55조, 전기사업법 시행규칙 제105조~제118조 및 통상산업성 고시 제88조 등의 법적 근거와 이에 따른 시행규칙 및 고시에 따라 발전설비기술검사협회(JAPEIC)가 지정검사기관으로서 용접검사, 정기검사를 실시하였고,<sup>[3][6]</sup> 현재는 개정된 전기사업법에 따라 원자력설비에 대한 정기검사와 용접안전관리심사 업무를 수행하고 있다.<sup>[4][7]</sup> 그림 1에 일본의 원자력안전규제에 관련된 조직을 간략히 나타내었다.

## 3. 발전설비기술검사협회(JAPEIC)

발전설비기술검사협회(Japan Power Engineering and Inspection Corporation, JAPEIC)는 발전설비 등의 품질유지·향상 및 이것과 관련된 기술의 발전을 도모하여 인명 및 재산에 대한 안전확보와 전기사업 및 전기공업의 발전에 기여하는 것을 목적으로 하는 공익법인이다.

일본은 과거 고도 성장기에 이르러 전력수요가 급격히 상승하게 되었고 이에 따라 화력·원자력발전소의 건설이 활발히 이루어지게 되었다. 이때 정부가 수행 가능한 용접검사의 업무량은 한계에 달하여 발전소의 건설공정에 지장을 초래하는 상황이었고, 이에 제3자 검사기관을 설립하여 급증하는 검사업무를 공정에 맞추어 전문적으로 실시하는 것이 필요하게 되었다.

이에 따라 1970년에 정부의 보조 및 전력회사·중전기제조사의 기부에 의해 재단법인 "발전용 열기관 협회(Japan Power Plant Inspection Institute)"가 설립되었다. 당초에는 통상산업성의 대행기관으로서 화력발전설비의 용접검사로부터 출발하였으나, 일본 전원개발의 중심이 원자력으로 이동함에 따라 용접검사업무도 원자력발전설

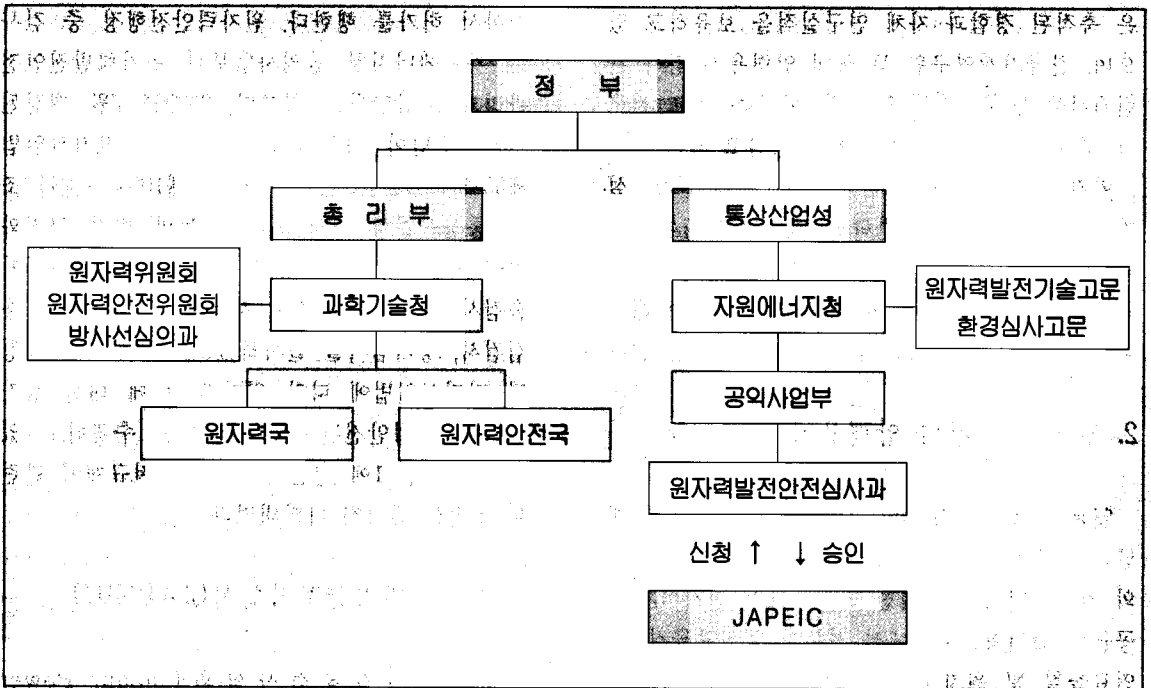


그림 1. 일본의 원자력안전규제 조직

비 부분이 증가하게 되었다.

그 후, 1976년 발전설비의 시험연구부문을 설립하고 1980년 원자력발전소의 정기검사에 관한 입회검사업무를 개시하였다. 1984년에는 법률개정에 따라 협회는 지정검사기관으로서 통상산업성으로부터 지정을 받음과 동시에 기존의 용접 검사에 추가하여 사용전검사 및 정기검사의 일부를 실시하게 되었고, 1985년 재단법인 "일본발전설비기술검사협회(Japan Power Engineering and Inspection Corporation)"로 개명되었다.<sup>[3][5]</sup>

그리고 1999년 8월 일본의 규제 합리화 방침에 근거하여 전기사업법의 개정이 행하여져 그동안 수행하였던 검사는 2000년 6월에 종결되었고, 새롭게 안전관리심사가 발표되었다. JAPEIC은 안전관리심사의 지정 기관으로서 통상산업대신으로부터 2000년 7월 7일자로 지정을 받고 업무를 시작하였다.<sup>[4][7]</sup>

JAPEIC이 설립됨에 따라 중립검사기관(제3자 기관)이 갖는 검사에 대한 객관성 및 신뢰성의

확보가 가능하게 되었고, 전문기술자의 확보 및 육성이 용이하게 되어, 증가하는 업무에 원활히 대처할 수 있었으며, 전문기술자를 검사업무에 전임시킴으로써 검사의 효율성을 증대시켰다.

2000년 기준으로 JAPEIC의 기본재산은 약 20억엔, 직원 수는 약 230명이며 사업규모는 약 80억 엔이다.

지금까지 JAPEIC의 주요 연혁은 아래와 같다.

- 1970. 6 - 재단법인 발전용 열기관 협회(Japan Power Plant Inspection Institute) 설립
  - 통상산업대신으로부터 설립허가
  - 화력 기기의 공장 용접검사 개시
- 1970. 7 - 통상산업성(MITI)으로부터 화력발전소 용접검사기관으로 지정
- 1972. 7 - 화력기기 용접검사를 공장 및 발전소로 확대
  - 용접사와 용접절차에 대한 인정업무 개시

- 원자력발전소 용접검사 개시(1차측 제외)
- 1974. 1 - 원자로 격납용기용 고장력강의 확인시험 업무의 실시
- 1975. 8 - “원전 증기발생기 신뢰성 실증시험” 대형 조사연구업무의 개시
- 1978 - 화력발전소 정기점검 확인업무 개시
- 1980. 10 - 신뢰성조사사업본부 설치
  - 원자력검사센터 설치 및 발전용 원자력설비의 입회검사업무개시
- 1984 - 통상산업대신으로부터 지정검사기관으로 지정
  - 지정검사기관업무에 있어 용접검사, 특정 사용전검사 및 특정 정기검사의 개시
- 1985. 4 - 재단법인 “일본발전설비기술검사협회 (Japan Power Engineering and Inspection Corporation)”로 개명
- 1987. 7 - 용접시행 공장평가업무 개시
- 1991. 4 - 국제실 설치
- 1992 - 1만kW 미만 화력발전설비의 정기검사업무 개시
- 1994 - 기술기준실 설치
- 1995 - 기술서비스실 설치
  - 개정 전기사업법시행, 3만kW 미만의 화력설비의 특정 정기검사 및 특정 사용전검사 업무 개시
- 1996 - 캐나다 온타리오주정부의 공인검사기관 인증을 취득
- 1997 - ISO심사등록센터 준비팀 설치
  - 품질시스템 심사실 설치
- 1998 - 검사관리감 설치
- 1999 - 국제실 폐지
  - 대만검사기관 인증 취득
  - ISO 9000AB 인증 취득
  - ISO 14000 심사등록업무 시작
- 2000 - 고경년화 기술센터 설치
  - 지정 안전관리심사 업무 시작

- 법정 업무실 설치

#### 4. JAPEIC의 활동

JAPEIC 업무활동은 크게 지정검사, 안전관리심사, 원자력설비의 정기검사, 조사연구, 국제협력 및 기술서비스로 나눌 수 있다.

##### 4.1 지정검사업무

지정검사업무는 JAPEIC의 주요 업무 중 하나였으나, 1999년 8월에 전기사업법이 개정되고, 2000년 7월부터 개정된 전기사업법이 시행됨에 따라 원자력을 제외한 사용전검사, 정기검사와 용접검사가 법정자주검사화되었으며, 사업용 전기공작물의 규제에 대해서는 공사계획인가가 폐지되고 신고화되었다. 따라서 2000년 7월 1일 이후에 기존의 지정검사제도가 폐지되고 법정자주검사제도가 이행되었으나, 경과조치에 의하여 7월 1일 이전에 신청이 이루어진 검사에 대해서는 기존의 지정검사를 받았다. 개정된 전기사업법에 따른 안전관리심사 업무에 대한 자세한 내용은 아래 4.2절에서 살펴보겠다.

정부는 행정기구의 간소화와 전문가조직에 의한 효율적인 검사를 위하여 지식과 경험이 있는 자로 전문기관에 소속되고, 체계적인 기초와 기술적 능력을 갖추고 있으며, 민법법인으로 검사를 공정하게 수행할 수 있는 조직이 필요하게 되었고, 통상산업대신의 허가를 받아 제도가 정비되고 협회가 설립되었다.

JAPEIC은 구 전기사업법 제55조(지정검사기관에 검사의 전부 또는 일부를 수행하도록 하는 것이 가능), 전기사업법 시행규칙 제105조~제118조(검사의 범위, 지정의 구분, 검사원의 조건 및 업무규정 등) 및 통상산업성 고시 제88조(검사원 연수의 내용) 등의 법적 근거와 이에 따른 시행규칙 및 고시에 따라 지정검사기관으로서의 업무를 수행하였다.<sup>[3][5][6]</sup>

그동안 JAPEIC은 지정검사가관으로서 원자력 발전설비의 용접검사와 정기검사, 원자력발전설비를 제외한 화력발전설비에 대한 용접검사, 특정 사용전검사, 특정 정기검사를 수행하였다. 현재는 개정된 전기사업법에 따라 원자력발전설비에 대한 정기검사와 용접자주검사, 정기자주검사에 대한 안전관리심사를 수행하고 있다.<sup>[7]</sup> 아래에 JAPEIC에서 수행하였던 특정 사용전검사, 용접검사, 특정 정기검사에 대하여 나타내었다.

① 특정 사용전검사

화력발전설비 중 구 전기사업법에 제49조에 따라 출력 1000kW 이상 3만kW 미만의 기력 및 가스터빈 발전설비에 대하여 국가를 대신하여 검사를 실시하였다. 현재는 개정된 전기사업법에 의하여 사용전자주검사로 바뀌었으며, 이 사용전자주검사에 대한 안전관리심사 업무를 수행하고 있다.

② 용접검사

화력·원자력발전설비에서 용접이 실시되는 것은 구 전기사업법 제52조에 따라 국가를 대신하여 용접검사를 실시하였으며, 검사내용으로는 용접절차인정시험, 용접사기량확인시험, 용접작업중검사, 용접후열처리, 비파괴시험, 기계시험, 내압시험 등이 있다. 용접검사는 개정된 전기사업법에 제52조에 따라 설치자가 수행하는 용접자주검사로 바뀌었으며, 이에 대한 안전관리심사 업무를 수행하고 있다.

③ 특정 정기검사

화력발전설비 중 출력 1000kW 이상 3만kW 미만의 보일러 증기터빈 및 가스터빈 등에 대하여 구 전기사업법 제54조에 따라 일정한 기간마다 정기검사를 수행하였다. 개정된 전기사업법에 의하여 정기자주검사로 바뀌었으며, 이에 대한 안전관리심사 업무를 수행하고 있다.

4.2 안전관리심사 업무

일본은 2000년 7월 개정된 전기사업법이 시행됨에 따라 원자력발전설비를 제외한 공사계획

인가를 폐지, 전부 신고화하였고, 원자력발전설비를 제외한 사용전검사, 정기검사와 원자력을 포함하는 용접검사를 모두 법정자주검사화하였다. 정부가 하드웨어 측면에 대하여 직접 관여하던 검사가 폐지됨에 따라 기술기준에 대한 적합 여부를 설치자 스스로 하는 것을 기본으로 하여 설치자에 대해서 검사의 실시 및 그 기록의 작성·보존 의무가 부과되는 법정자주검사가 도입된 것이다. 그러나 정부의 직접 관여를 폐지함으로써 인한 안전수준의 불확실성으로 인하여 현행의 안전수준을 유지하기 위해 설치자 등의 법정자주검사의 실시에 관한 체제를 정부가 객관적으로 평가하기 위한 방책으로서 안전관리심사제가 창설되었다. 개정된 전기사업법 제50조 2의 제1항, 제52조 제1항 및 제55조 제1항을 보면 전기공작물을 설치하는 자(설치자)는 해당 전기공작물이 기술기준에 적합한 지를 확인(법정자주검사)하고, 정부 또는 지정 안전관리심사기관의 안전관리심사를 받는 것이 의무화되어 있다.<sup>[4][7]</sup>

이 안전관리심사는 설치자의 법정자주검사 체제에 대하여 정부가 정한 법정자주검사 요령 또는 안전관리심사기준의 적합성을 심사하는 것으로, 그 심사결과에 대하여 나라가 평가하고 설치자에게 통보된다. 안전관리심사 제도의 개요를 그림 2에 나타내었다.

안전관리체제의 평가 결과에 따라 안전관리심사의 실시의 빈도가 달라지며, 설치자가 품질관리활동, 검사활동 등을 우수하게 수행하였을 경우에는 안전관리심사의 빈도가 3년에 1회로 경감되고 심사내용도 줄어들어 설치자 스스로 이러한 활동을 적극적으로 수행할 것을 권장하는 규제라고 할 수 있다.

그러나 용접자주검사에 대한 안전관리심사의 내용은 약간 차이가 있는데, 그 이유를 살펴보면 발전용 보일러나 터빈 등의 용접부는 용접작업이 적절하게 실시되지 않은 경우에는 중대한 사고를 야기시킬 우려가 있고, 또한 용접사 등의 개인기능이 그 건전성에 커다란 영향을 주며, 다

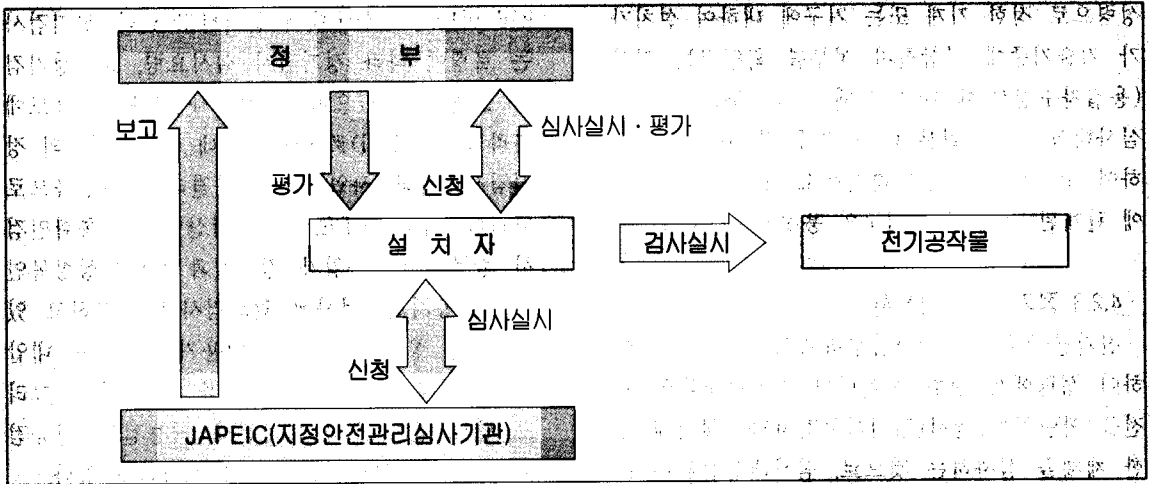


그림 2. 안전관리심사 제도의 개요

단계에 걸친 연속적인 공정의 감시·관리가 필요하다라는 특징이 있다. 이 때문에 용접자주검사에 대한 안전관리심사에서는 우량의 평가를 한 후, 1년 이내의 실적을 재차 평가하고 그 결과가 양호한 경우에 이후의 안전관리심사의 빈도를 3년에 1회로 한다. 그리고 이것과는 별도로 용접부의 건전성을 최종적으로 확인하는 비파괴시험, 기계시험, 최종내압시험과 용접부의 건전성을 좌우하는 용접사의 기량시험 및 용접절차인정시험 등과 같이 안전확보상 중요한 검사공정에는 현장에 입회하여 안전관리체제가 적절하게 유지되고 있는가를 확인한다. 또한 용접자주검사 중 원자력발전소의 용접부에 대해서는 설치자의 안전관리체제의 우열에 관계없이 원자로격납용기 및 격납용기 내의 압력용기, 배관 등과 같은 중요설비 내압시험에 원칙적으로 입회한다.

JAPEIC은 개정된 전기사업법의 시행과 함께 2000년 7월 7일자로 통상산업대신으로부터 지정 안전관리심사기관으로 지정을 받고 안전관리심사 업무를 시작하였다. 안전관리심사의 구분은 기존의 지정검사의 분류와 유사하게 사용전 안전관리심사(출력 3만kW 미만의 화력발전설비), 용접안전관리심사, 정기안전관리심사(출력 3만kW 미만의 화력발전설비)로 구분되며 심사에 관련

되는 사항은 아래와 같다.

- 1) 자주검사의 실시에 관계되는 조직
- 2) 자주검사의 실시에 관계되는 검사방법
- 3) 자주검사의 실시에 관계되는 공정관리
- 4) 검사에 있어서 협력업체가 있는 경우, 해당 사업자의 관리에 관한 사항
- 5) 검사기록의 관리에 관한 사항
- 6) 검사에 관계되는 교육 훈련에 관한 사항

#### 4.2.1 사용전안전관리심사

전기공작물을 설치하는 경우, 설치자가 공사계획 및 기술기준에 적합한지 여부를 확인하는 검사(사용전자주검사)에 대한 체제를 심사하는 것으로서, 출력 3만kW 미만의 화력발전설비(내연설비 제외)에 속한 전기공작물의 사용전자주검사를 대상으로 하며 아래와 같은 설비가 해당된다.

- 1) 기력을 원동력으로 하는 발전설비: 보일러, 증기터빈
- 2) 가스터빈을 원동력으로 하는 출력 1000kW 이상의 발전설비
- 3) 연료설비, 매연처리설비 등

#### 4.2.2 용접안전관리심사

화력·원자력발전소 등의 발전설비로 통상산업

성령으로 정한 기계 또는 기구에 대하여 설치자가 기술기준에 적합한지 여부를 확인하는 검사(용접자주검사)에 대한 체제를 심사하는 것이다. 심사대상범위는 일본 내 제작품 및 수입품에 대하여 화력발전소, 원자력발전소, 연료전지발전소에 관계된 기계 또는 기구의 용접자주검사이다.

#### 4.2.3 정기안전관리심사

전기공작물로 통상산업성령으로 정한 것에 대하여 성령에서 정한 시기마다 전기공작물의 안전을 확인하는 검사(정기자주검사)의 실시에 대한 체제를 심사하는 것으로, 심사대상범위는 출력 3만kW 미만의 화력발전설비(내연설비 제외)에 속한 전기공작물의 정기자주검사이며, 아래와 같은 설비가 해당된다.

- 1) 보일러
- 2) 증기터빈(출력 1000kW 이상, 3만kW 미만)
- 3) 가스터빈(출력 1000kW 이상, 3만kW 미만)
- 4) 액화가스설비 등

#### 4.3 원자력설비의 정기검사

원자력발전설비는 전기사업법 제54조, 전기사업법 시행규칙 제90조, 91조에 의하여 원자로계는 13개월 이내, 터빈계는 25개월 이내에 정기검사를 수행하도록 되어있고, 이 정기검사는 통상적으로 사업자가 연료교체를 위해 가동을 정지하는 시기에 수행되며, 사업자가 실시하는 사내검사에 입회하여 원자력발전소의 안전성 확보와 가동률의 향상에 도움을 주고 있다.<sup>[4][6][7]</sup>

일본은 현재 PWR, BWR, ABWR의 로형을 가진 51기의 원자력발전소가 가동중에 있으며, 3기가 건설중에 있다. 원자력설비에 대한 정기검사는 발전소 근처의 각 지부에서 수행하며, 2000년 현재 북해도지부, 동북지부, 관동지부, 중부지부 등 총 8개의 지부가 운영되고 있다.<sup>[2]</sup>

정기검사는 통상산업성의 전기공작물 검사관이 실시하는데 90만kW 이상은 본성에서 90만

kW 미만은 통산국에서 실시하고 있다. 정기검사는 로형에 따라 정기검사 실시요령, 표준정기검사 요령서가 있으며, 정기검사항목은 중요도에 따라 A, B, C, D로 구분되는데 통상산업성의 정기검사항목과 사업자의 점검결과 확인항목으로 나뉜다. 이중 JAPEIC은 통상산업성 기록확인검사 항목인 B, 사업자 점검결과 확인대상항목인 C와 공용기간중검사에 입회검사를 실시하고 있다. 이들 항목은 원자로압력용기, 배관 등 내압부 및 이것을 지지하는 지지물 등의 검사, 그리고 펌프, 밸브 등의 분해검사, 기능검사, 성능검사 및 연료배치확인검사 등을 포함하고 있다.

입회업무의 내용은 아래와 같다.

- 1) 분해검사: 기기를 분해·개방하여 균열, 변형, 그 밖의 결함유무를 확인
- 2) 기능검사: 기기가 정상적으로 작동하는 것을 확인
- 3) 공용기간중검사: 압력용기, 배관, 펌프, 밸브 등이 내압부 및 지지구조물의 건전성을 비파괴검사 및 누설검사 등을 통하여 확인

#### 4.4 조사연구 활동

발전소의 안전을 향상시키고 검사업무를 안전하고 효율적으로 운영하기 위하여 R&D기능은 JAPEIC의 중요한 업무중 하나로 자리매김을 하게 되었다. 조사연구기관은 그동안 많은 연구과제를 수행하기 시작했는데 주로 정부의 후원아래 수행중인 연구과제가 대부분을 차지하고 있는 실정이다.

연구과제는 다음과 같이 크게 5개 테마로 집중되고 있다.<sup>[7]</sup>

- 1) 용접기술(Welding Techniques)
- 2) 검사기술(Inspection Techniques)
- 3) 비파괴기술(NDE Techniques)
- 4) 재료성질(Material Properties)
- 5) 열화(Aging)

JAPEIC의 조사연구기관은 다음과 같이 크게

3개 기관으로 구성되며 주요역할은 다음과 같다.

- 1) 츠루미(鶴見) R&D 센터: 재료 및 비파괴에 대한 연구
- 2) 도쿄(東京) R&D 센터: 원자력발전소의 안전 및 구조건전성관련 8개의 국가 프로젝트

- 3) 타라사키(足崎) R&D 센터: 배관 및 기기의 피로(fatigue)에 영향을 주는 경수로 냉각재(coolants)에 대한 연구
- 1970년대부터 시작하여 지금까지 수행하고 있는 R&D 과제는 표.1과 같다.<sup>[7][10]</sup>

표1. JAPEIC의 연구개발 과제

분류	과제명 (Project Name)
JAPEIC 재정에 의한 연구	1. 고방사선량을 하에서 방사선투과시험에 관한 조사연구(Radiographic Test under High Dose Rate)
	2. ISI에서 초음파탐상시험에 관한 조사연구(Ultrasonic Test in ISI)
	3. 용접시행공장의 품질보증에 관한 조사연구(Quality Assurance in Welding Shop)
	4. 검사기술 등에 관한 조사연구(Survey of Welding Inspection Technology)
	5. 방사선투과시험과 초음파탐상시험과의 검출능력비교에 관한 조사연구 (Comparison of Performance of Radiographic and Ultrasonic Test)
	6. 용접기술기준 조사 (Review of Welding Standards)
	7. 공용기간중검사기술에 관한 조사연구(In-Service Inspection Technology Development)
	8. 검사·보수관리기술평가에 관한 조사연구(Inspection and Maintenance Assessment)
	9. 열교환기 튜브내면결함의 치수평가의 정량법의 확립에 관한 보증시험 (Examination for Heat Exchanging Tube by Eddy Current Test and Visual Test)
	10. 초음파탐상장치의 성능시험에 관한 조사연구(Ultrasonic Test Performance Control)
	11. 침투탐상시험제의 평가방법의 조사연구(Penetrant Test with Developer Quality Indicator)
	12. 재료의 자기적 성질에 영향을 주는 인자의 검토와 그 재료열화측정기술로의 대응 (Magnetic Properties Measurement Applied to Material Degradation Detection)
	13. Minor Loop 자화특성(Incremental투자율)의 재료열화판별에의 대응 (Minor Loop Application to Material Degradation Measurement)
	14. 화력발전 고온부재 Creep 특성의 평가 (Metallurgical Examination of Plants and Creep Damage of Heat Engine Plant)
	15. 초음파에 의한 배관내면에서의 미소균열검출에 관한 가능성 연구 (Feasibility Study on Laser Diagnostic of Small Diameter Piping)
	16. 발전설비 배관의 용접기술에 관한 연구(Welding Technology of Power Plant Piping)
	17. PD시험실시에 관한 사전 조사 (Feasibility Study on Fabrication Methods of Assemblies Including Flaws)
	18. 초음파탐촉자의 성능평가법의 연구(Performance Evaluation of Probes for Ultrasonic Testing)
	19. 저온시 PT의 결함검출성에 관한 연구 (Performance Survey for Flaw Detection by Penetrant Test at Low Temperature)
	20. AE를 응용한 내압시험에 관한 연구(Structural Integrity Evaluation by Using AE during Proof Test)
	21. Wavelet 해석의 비파괴평가기법으로의 적용 (Wavelet Analysis Application to Nondestructive Evaluation)
	22. 교류자화 및 자기광학소자를 사용한 재료열화검출기술의 개발 (Material Degradation Detection Technology Development by Alternating Magnetization and Magneto-optical Element)



분류	과 제 명 (Project Name)	
JAPEIC 재정에 의한 연구	23. 스테인레스강 중의 헬륨거동에 관한 기초적 검토 (Experimental Studies on Behavior of Helium Bubble in Stainless Steel)	
	24. 국부 PWHT 유효가열범위의 실증 (Estimation of Effective Heating Width in Local Post Weld Heat Treatment)	
	25. 사각탐촉자의 거리진폭특성곡선과 결합검출 능력의 연구 (Study on Relationship of Distance Amplitude Correction Curve and Flaw Detectability of Angle Type Transducer)	
	26. 고경년화대응의 구조재 평가기술에 관한 조사	
	27. 오스테나이트계 스테인레스용접부의 초음파특성 향상에 관한 기초 연구 (Metallurgical Improvement of Detectability in Austenitic Stainless Steel Welds by Ultrasonic Test)	
	28. 화력발전용 고온부재의 열화진단 (Residual Life Assessment of Creep Damage in Thermal Power Plants)	
	29. 스테인레스강 용접부의 저온 예민화 거동에 관한 연구 (Effect of Irradiation on Low Temperature Sensitization of Stainless Steel Weld Heat Affected Zone)	
	30. 용접부 품질감시 용접법의 실용화에 관한 검토(Study on in-process Control of Weld Quality)	
	통상산업성 후원에 의한 연구	1. 원자력발전소 기기의 품질보증대책 조사 (Quality Assurance Measure of Nuclear Power Plant Equipments)
		2. 증기발생기 신뢰성 실증시험(Steam Generator Reliability Verification Test)
3. PWR형 발전설비 용력부식균열 시험(PWR Plant Stress Corrosion Crack Test)		
4. 원자력발전소 기기의 용접에 관한 품질보증에 관한 조사 (Quality Assurance of Welds of Nuclear Power Plant Equipment)		
5. 구조물 내부검사장치의 원자력발전소로의 적용성에 관한 조사 (Applicability of Structure Internals Inspection Equipment to Nuclear Power Plant)		
6. 보수점검의 합리화 등에 관한 조사연구(Rationalization of Maintenance and Inspection)		
7. 실용발전용 원자로 자동검사장치 등 실증시험 (Verification Test of Automatic Inspection Equipment for Commercial Nuclear Reactors)		
8. 원자력발전소 신뢰성 향상조사(Nuclear Power Plant Reliability Enhancement Study)		
9. 원자로 압력용기 가압열충격시험(Pressurized Thermal Shock Test for Nuclear Reactor Pressure Vessel)		
10. 실용 원자력발전시설 작업robot 연구개발(Advanced robotics Technology in Nuclear Plants)		
11. 실용 원자력발전시설 검사기술 등 확증시험 (Advanced Non-Destructive Examination Technology for Nuclear Power Plants)		
12. 원자력발전소 수명연장 기술개발(Nuclear Power Plant Life Extension Technology Development)		
13. 경수로 고가동용 기술개발(LWR High Capacity Factor Technology Development)		
14. 석유대체 화력신소재 적용조사(Advanced Materials Research for Non-oil-fired Power Plants)		
15. 설비진단기술 실증시험(Residual Life Evaluation of Thermal Power Plant)		
16. 증기발생기 전열관 신뢰성 실증시험(Steam Generator Tube Reliability Test)		
17. 실용 원자력발전시험 재료 등 신뢰성 실증시험(Aging General Evaluation)		
18. 원자력발전소 안전운전 보급사업(Nuclear Plant Safety Operation Research)		
19. 기기배관 공용기간중 건전성 실증시험(Structural Assessment of Flawed Equipment)		
20. 발전시설 용접부 신뢰성 실증시험(Welded Structure Reliability Verification Test)		

분류	과제명 (Project Name)
통상산업성 후원에 의한 연구	21. 실용 원자력발전시설 검사기술 신뢰성 실증시험(Eddy Current Test for Steam Generator)
	22. 실용 원자력발전시설 검사기술 등 개발(Steam Generator Fatigue)
	23. 발전시설용 고기능 maintenance 기술개발(Micro Machine Technology)
	24. 전자동 용접시스템 신뢰성 실증시험(Full Automatic Welding System)
	25. 수소연소터빈의 개발(World Energy Network)
	26. 실용 원자력발전설비시설환경 중 재료 등 피로 신뢰성 실증시험 (Environmental Fatigue Tests of Nuclear Power Plants Materials for Reliability Verification)
	27. 실용 원자력발전소 경년변화 신뢰성 등 실증시험 (Nuclear Power Plant Life Management Technology)
	28. 실용 원자력발전소 보전기술 신뢰성 실증시험(Nuclear Power Plant Maintenance Technology)
	29. 고도 운전감시기술 조사(Advanced Sensing System for Thermal Power Plants)
	30. 발전설비 내진 신뢰성 실증시험 (Seismic Proving Test of Equipment and Structures in Thermal Conventional Power Plant)
	31. 원자력발전소 조사재료의 보수용접기술 확증시험 (Repair Welding Technology of Irradiated Materials)
	32. 전기시설 기술기준 국제화 조사 (Investigation for Internationalization of Technical Standards of Electric Facilities)
일본 자동차 진흥회 후원에 의한 연구	1. 강의 응력제거 어닐링에 관한 조사연구(Removal of Residual Stress in Steel by Annealing)
	2. 발전용 원자기기의 품질보증시스템에 관한 조사연구 (Quality Assurance System of Nuclear Power Generation Equipment)
	3. 용접부 결함의 초음파탐상시험법에 관한 조사연구 (Ultrasonic Flaw Detection Method of Defective Welds)

#### 4.5 국제협력

국제협력 부분은 JAPEIC의 중요한 업무중 하나로서 범세계적으로 발전소관련 전문가들과 발전소의 안전에 관한 정보와 경험을 공유하고 토론함으로써 발전소의 신뢰성 향상을 그 목적으로 하고 있다.

JAPEIC의 주요한 국제협력활동은 크게 다음과 같다.<sup>[10]</sup>

- 1) IAEA, OECD/NEA의 참여를 통한 여러 국가와의 협력
- 2) 아시아 국가의 검사기관 및 연구기관과의 상호협력
- 3) 안전에 관련된 정보의 교류
- 4) 원자력기기 용접검사에 대한 국제협력

JAPEIC은 지금까지 국제원자력에너지기구

(IAEA, International Atomic Energy Agency) 및 OECD 핵에너지기구(NEA, Nuclear Energy Agency) 등의 모임에 적극적으로 참여하고 있으며, 발전소열화(Plant Aging)등과 같은 중요한 연구테마에는 미국의 핵규제위원회(NRC, Nuclear Regulatory Commission)연구원과 많은 정보교류를 하고 있다. 또한 세계적인 기술기준(code) 및 표준(standard) 적용을 위하여 ASME 및 NBBI 등의 모임에 참여하고 있다.

우리나라와는 한국기계연구원(KIMM), 원자력 안전기술원(KINS) 및 한국전기안전공사(KESCO)와 긴밀한 협조를 이루고 있으며, 한국기계연구원과는 MOU 등의 협정을 맺어 검사 및 연구개발, 전문가 교류 등 기술협력을 이루고 있다.

그리고 캐나다, 스웨덴, 대만으로부터 공인검사기관 및 제3차 검사기관으로 인정받아 다른

나라에서 수주한 원전기기에 대한 공인검사와 제3자 검사를 수행한 실적이 있다.

#### 4.6 기술 서비스

JAPEIC은 발전설비설치자의 자주보안의 중요성이 증가함에 따라 기술서비스업무를 확충하여 수행하고 있으며, 크게 자주보안에 관계된 수탁시험·검사, 기술보급, 기술상담 등으로 나눌 수 있다.<sup>[2][7]</sup>

##### 4.6.1 수탁시험·검사

전기사업법의 검사를 필요하지 않는 용접구조물의 용접검사 및 화력발전설비의 증설 및 보수에 관한 수취(收取)검사, 개방검사 및 제작중검사 등을 실시하고 있다. 발전설비의 수출입품에 대해서는 ASME 등의 해외규격에 의하여 일본에서 생산하여 수출하는 설비의 용접검사 및 출하검사와 해외에서 제조되어 수입하는 설비의 용접검사 및 수입품검사를 실시하고 있고, 최근에는 스웨덴의 원자로압력용기, 대만의 환류보일러의 제작중검사 등을 실시하였다. 또한 새롭게 개발된 재료, 공법 등의 실용성을 조사하는 확성(確性)시험, 비파괴시험장치의 사양 및 성능시험 등도 실시하고 있다.

##### 4.6.2 기술보급

발전설비의 운전·보수 종사자, 용접시공공장의 품질관리관계자 등을 대상으로 전기사업법의 운용 및 정기점검, 용접품질관리 평가연수회 등을 개최하고 또한 기술정보제공을 하고 있다. 또한 전기사업법 개론, 비파괴시험, 금속재료의 제조법, 용접과 열처리, 파괴역학, 재료평가시험 등 여러 주제별로 연수회를 실시하고 있다.

##### 4.6.3 기술상담

화력발전설비의 설치, 운전, 보수에 관한 문제 해결을 위한 기술상담, 절차상담을 하고 있으며, 그 내용은 발전설비도입의 경제성검토, 기본 계

획·시방서 작성, 설비의 재료선택, 공정중검사 지원, 운전매뉴얼의 작성, 교육, 시운전요령서 작성 및 교육 등이 있다.

#### 5. 결 언

앞에서 살펴본 바와 같이 일본은 화력, 원자력 설비의 압력용기에 대한 검사를 일본의 유일한 전문검사기관이자 제3자 검사기관(규제기관인 정부나 사업자가 아닌 독립기관)이며, 비영리단체인 발전설비검사기술협회(JAPEIC)가 수행하고 있으며, JAPEIC은 검사뿐만 아니라 실제 검사에 필요한 여러 가지 구체적인 시험, 연구를 수행하고, 검사기술 및 기술기준에 다시 반영함으로써 보다 수준 높은 검사를 이루어 왔다.

한편, 일본은 개정된 전기사업법에 따라 규제 합리화와 발전된 기술의 반영 차원에서 정부에서 관여하는 지정검사가 사업자가 실시하는 자주검사로 변화되었으나, 자주검사에 대한 신뢰를 보안하는 안전관리심사제도를 마련하고 있고, 특히 안전성이 더욱더 요구되는 원자력설비의 경우는 여전히 강한 규제제도를 고수하고 있다. 일본과 실정이 비슷한 우리나라도 이러한 검사제도를 잘 반영하여 발전설비에 대한 검사, 기술기준, 제도 및 법령 등을 우리의 실정에 적합하게 정비하여 발전설비의 안전성에 대한 국민의 신뢰성을 높이고 합리적이며 고품질의 검사를 이루어야 할 것이다.

또한, 세계적으로는 WTO TBT 협정에 따라 일반 압력용기에 적용되는 기술기준의 변화가 급격히 진행되고 있는 상황에서 우리나라와 기술적, 지리적, 문화적으로 유사한 일본의 변화를 예의주시하여 국내 상황에 적절히 이용하는 지혜가 필요한 시점이다.

#### 참 고 문 헌

[1] 장순홍, 백원필, 원자력발전, 1999

- [2] (재)발전설비기술검사협회, 일본의 안전규제동향 및 원자력발전소의 정기검사, 1999
- [3] (재)발전설비기술검사협회, 발전설비기술검사협회 안내, 1999
- [4] (재)발전설비기술검사협회, 전기사업법의 개정, 1999
- [5] (재)발전설비기술검사협회, 지정검사기관업무규정, 1997
- [6] 일본 전기사업법, 법률 제170호, 1964
- [7] 일본 전기사업법, 1999
- [8] (재)발전설비기술검사협회, 시험연구의 현황, 1997
- [9] (재)화력원자력발전기술협회, 발전용 화력설비의 기술기준, 1997
- [10] (재)발전설비기술검사협회, 발전기검 리뷰, No.24, 1998
- [11] (재)발전설비기술검사협회, JAPEIC의 원자력기기 용접검사에 대한 국제협력 현황