

박태중 · 윤석찬

대한전기협회 전력기준처 인증심사실장 · 부장

1.

압력방출장치는 발전설비와 같이 고온, 고압 공정산업(Process Industry)의 핵심기기이다. 압력방출장치에 이상이 생겨 설비를 설계압력 이하로 제어하지 못하면 고온, 고압의 유체로 인한 대형 폭발사고로 이어지기 때문이다. 압력방출장치의 중요성을 인식하여 지금까지 국내 원자력발전소의 건설에는 미국기계학회(American Society of Mechanical Engineers ; ASME) Code에 의한 미국 제품을 주로 수입하여 사용하여 왔다. 그러나 현재 전력산업기술기준(Korea Electric Power Industry Code ; KEPIC)의 개발로 KEPIC 요건에 따른 기기를 국내외에서 차별 없이 적용할 수 있는 수준에 도달하였다고 볼 수 있다. 이러한 배경에서 향후 원자력발전소 건설에 KEPIC 요건에 따른 압력방출장치를 조달하여 비용 절감과 안전성 확보를 동시에 달성시키고자 해외의 압력방출장치 시험 및 용량인증기관과 적용현황을 조사하고, 그 결과를 정리하여 국내 실정에 맞는 대처 방안을 제시하고자 한다.

2.

우리 나라 전력산업의 기술자립에 필수적인 전력산업

기술기준(KEPIC)의 개발은 4단계에 걸쳐 진행되고 있으며, 결과물로서 KEPIC 1995년판과 2000년판이 발행되었다. KEPIC의 기술적인 요건은 미국, 일본, 유럽 등의 우수한 해외 기술기준 요건을 인용하여 왔으나, 품질 시스템 인증, 개인 자격관리 및 시험기관 인정 등의 제도적인 요건은 국내 여건에 적합하도록 개선하여 작성하였다. KEPIC 2000년판에서 압력방출장치의 용량 인증에 대하여는 국내에 적합한 시험 및 인증기관이 없어, 미국의 보일러 및 압력용기 검사자협회(National Board of Boiler & Pressure Vessel Inspections ; NBBI)에서 용량 인증된 압력방출장치를 그대로 사용하는 것으로 운영하여 왔다.

하지만 유럽에서 사용하고 있는 성능이 우수한 파일럿 불이 안전밸브(Pilot Operated Safety Relief Valve ; POSRV)를 국내 원전에 적용할 경우 미국 NBBI에서 용량 인증을 받아야 하는 어려움이 발생하고, KEPIC의 압력방출장치 용량 인증의 지정기관에 대한 필요성이 산업계의 요구로 현실화되어 세계 여러 나라의 압력방출장치 시험 및 용량인증 실태를 조사하고, 국내 실정에 맞는 제도를 정비하고자 관련 조사를 수행하였다.

조사범위는 작동유체를 발전설비에 적용하고 있는 고온고압의 증기로 한정하고, 압력방출장치는 되담힘이 가능한 압력방출밸브로 한정하였다.

3.

가.

압력방출장치는 다음의 그림 1에서와 같이 작동방법과 기능에 따라 여러 가지로 분류되며, 되닫힘 여부에 따라 크게 압력방출밸브와 되닫힘 되지 않는 압력방출장치로 구분된다.

압력방출장치 관련 용어는 KEPIC-MNB 7100에 기술되어 있으며, 주요 용어를 다음에 기술한다. 기타 동력에 의해 작동되는 압력방출장치에 대하여는 기술을 생략하였다.

- ① 과압이란 설계압력을 초과하는 압력을 말하며, 열적 불균형, 과도한 펌프 유량 및 기타 유사한 현상 때문

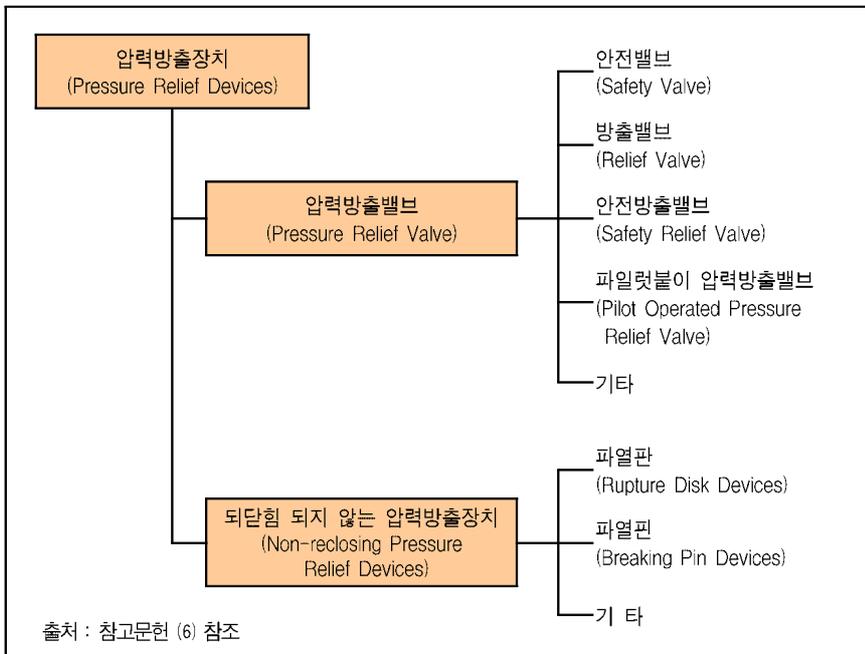
에 계통압력이 증가함으로써 발생한다.

- ② 압력방출장치란 과압으로부터 계통 및 설비를 보호하기 위하여 압력을 방출할 수 있도록 설계된 모든 장치를 말하며, 압력방출밸브와 되닫힘 되지 않는 압력방출장치가 있다.
- ③ 압력방출밸브란 운전조건이 정상으로 회복되면 다시 닫혀서 유체가 더 이상 흐르는 것을 방지할 수 있도록 설계된 압력방출장치를 말한다.
- ④ 되닫힘 되지 않는 압력방출장치란 한번 작동 후 열린 상태로 계속 남아있는 압력방출장치를 말한다.
- ⑤ 안전밸브란 입구의 정압에 의해 작동되며, 순간 열림 또는 포핑 작용으로 특징되는 압력방출밸브를 말한다.
- ⑥ 방출밸브란 입구의 정압에 의해 작동되며, 분출압력을 초과하는 압력분에 일반적으로 비례하여 점진적으로 열리는 압력방출밸브를 말한다.

- ⑦ 안전방출밸브란 순간적으로 열리는 포핑작용 또는 분출압력을 초과한 압력분에 비례하여 열리는 특성을 갖는 압력방출밸브를 말한다.

- ⑧ 파일럿볼이 안전방출밸브란 주방출장치에 자동 보조압력방출밸브가 붙어 있어 이에 의해 제어되는 압력방출밸브를 말한다.

- ⑨ 파열판장치란 입구에 작용하는 정압에 의해 작동하며 압력이 걸린 판이 파열하면서 기능을 수행하도록 설계한 되닫힘 되지 않는 압력방출장치를 말한다.



<그림 1> 압력방출장치의 종류

. KEPIC

KEPIC의 기계분야에서는 원자력기계(MN), 일반기계 압력용기(MGB), 보일러(MBB) 등의 기술기준 7000번에 과압보호 요건을 명시하고, 압력방출장치의 설계, 운전, 용량 인증을 위한 시험 및 인증방법에 대한 요건을 기술하고 있다. 이들의 요건은 서로 유사하므로 원자력기계 1등급기기(MNB)의 요건을 위주로 압력방출밸브의 요건을 정리해 본다.

(1)

(가) 방출용량

총 방출용량은 계통의 압력이 설계압력보다 10% 초과하는 것을 예방할 수 있을 정도의 충분한 양이어야 한다.

(나) 설정압력

계통에 연결된 최소 1개 이상의 압력방출장치들의 스템프 설정압력은 보호계통의 압력경계 내에 있는 기기의 설계압력 이하이어야 한다.

(다) 작동

설정압력의 3% 또는 2psi(13.8kPa) 중 큰 값을 초과하지 않는 압력에서 안정상태하의 정격 리프트를 낼 수 있어야 한다.

(라) 설정압력의 허용 오차

설정 압력별 허용오차는 표 1과 같다.

<표 1> 설정 압력별 허용 오차

설 정 압 력	허용오차
70psi(483kPa) 이하	2psi(13.8kPa)
70psi(483kPa) 초과 300psi(2070kPa) 이하	3%

(2)

KEPIC에서는 압력방출밸브의 용량 인증을 압축성

유체와 비압축성 유체로 구분하여 규정하고 있으나, 본 조사를 증기를 유체로 하는 압력방출장치로 한정하였으므로, 여기서는 압축성 유체에 대한 요건만을 기술한다.

(가) 시험매체(표 2 참조)

<표 2> 시험별 시험매체

시 험	밸 브	사용유체	시험매체
용량인증시험	압력방출밸브	증기	98% 이상 건조포화증기
용량인증시험	안전방출밸브	공기, 기체	공기, 기체, 건조포화증기
기능실증시험	압력방출밸브	-	사용매체와 동일한 유체

(나) 시험압력(표 3 참조)

<표 3> 시험별 허용압력

시 험	밸 브	사용유체	시험압력
용량인증시험	압력방출밸브 (안전방출밸브 제외)	증기	설정압력의 3% 또는 2psi (13.8kPa) 중 큰 값을 초과하지 않는 압력
	안전방출밸브	증기	설정압력의 10% 또는 3psi (20.6kPa) 중 큰 값을 초과하지 않는 압력
	압력방출밸브	공기 및 기체	설정압력의 10% 또는 3psi (20.6kPa) 중 큰 값을 초과하지 않는 압력

(다) 용량인증시험 방법

압력방출장치의 용량을 인증하기 위한 시험 방법은 유량모델시험법, 기울기법, 배출계수법, 단일밸브법 등의 4가지 방법이 규정되어 있고, 각 방법마다 기능실증시험을 추가로 수행토록 하고 있다.

(라) 도 면

용량인증시험 및 기능실증시험에 앞서 제조자는 공인 입회인(Authorized Observer)에게 밸브건조도면을 제출하여야 한다. 공인입회인은 협회(또는 ASME) 지정 기관의 검토 및 승인을 위하여 도면 및 시험결과를 제출해야 한다.

(마) 시험실 허용기준

시험설비, 방법, 절차 및 공인입회인이 ASME PTC 25 압력방출장치의 요건을 만족할 수 있는 장소에서 시험을 수행해야 한다.

시험은 공인입회인이 감독하고 인증해야 하며, 시험장치, 방법, 절차 및 공인입회인의 자격검정은 협회(또는 ASME) 기준을 따라야 한다.

5년을 넘지 않는 기간마다 시험시설의 적합성 여부를 검토해야 하며 용량시험자료는 검토 및 승인을 받기 위해 협회(또는 ASME) 지정기관에 제출하여야 한다.

4.

가.

압력방출장치의 용량을 인증하기 위한 유량모델시험법, 기울기법, 배출계수법, 단일밸브법 등의 4가지 방법이 있는데 이에 대하여 간략히 알아본다. 아래의 방법으로 용량 인증된 압력방출장치를 계통에 사용할 때, 설계시 인증된 과압보다 높은 과압값으로 비례 조정할 수도 있다.

(1)

시험장치의 한계 때문에 실제 크기의 압력방출밸브에 대한 용량시험이 불가능한 경우에는 3가지의 다른 크기의 유량모델을 용량 인증에 사용할 수 있다. 유량모델을 사용하여 인증한 밸브의 설계방출용량은 배출계수법을 사용하여 결정하여야 한다.

유량모델시험법을 사용하여 제조자가 지정된 시험실에서 시험을 수행한 후에도 협회(또는 ASME)가 지정한 기관에서 추가의 기능실증시험을 수행하여야 한다. 기능실증시험은 인증해야 할 설계로 제조한 밸브 3개를 임의로 선택한 후 시험을 실시하며, 용량인증시험과 연

계해서 실시하여도 되고, 별도의 독립된 시험을 실시해도 된다.

(2)

입구 크기와 오리피스 크기의 각 조합에 대해 밸브 4개를 사용하여 시험을 수행하고, 인증용량은 평균기울기에 유동정격압력을 곱한 값의 90%로 정한다. 추가로 기능실증시험을 실시하여야 한다.

(3)

3개의 다른 크기별로 3개 이상의 밸브를 시험하여 배출계수를 결정하며, 배출계수를 결정하는 식은 다음의 식 1과 같다.

$KD(\text{배출계수}) = \text{실제유량} / \text{이론유량} \dots\dots\dots (\text{식 } 1)$

추가로 기능실증시험을 실시하여야 한다.

(4)

용량 인증을 요구하는 각각의 설정압력에서 3회씩 시험을 실시하며, 추가로 기능실증시험을 실시한다.

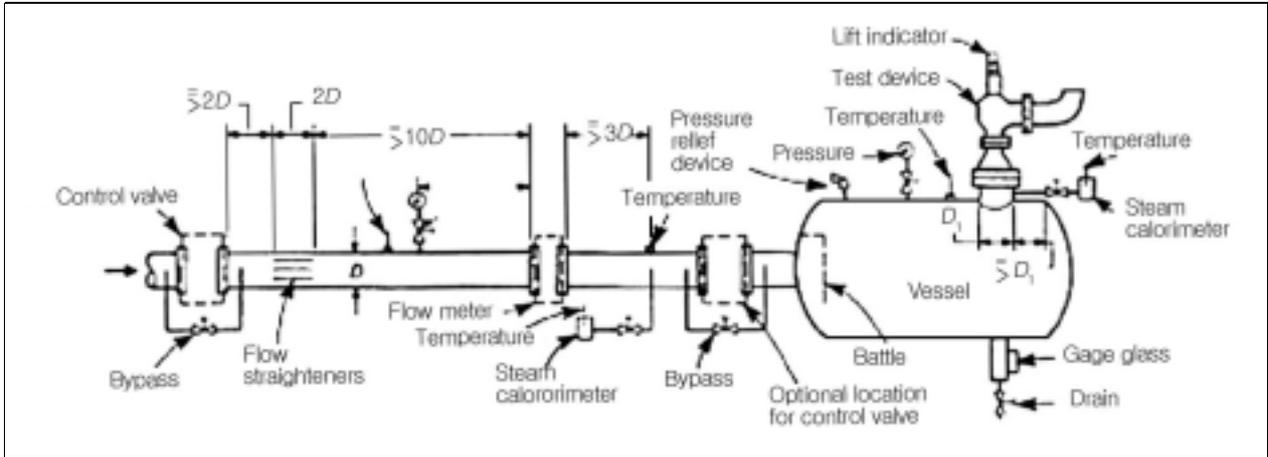
압력방출장치 용량시험에 대한 절차와 시험감독자(공인입회인) 및 시험설비의 구비, 시험결과 분석 등에 대하여는 ASME PTC 25에 자세히 기술되어 있고, 시험결과 분석을 위한 자료와 상세절차는 ASME PTC 19.5에서 보충하도록 되어 있다.

(1) ()

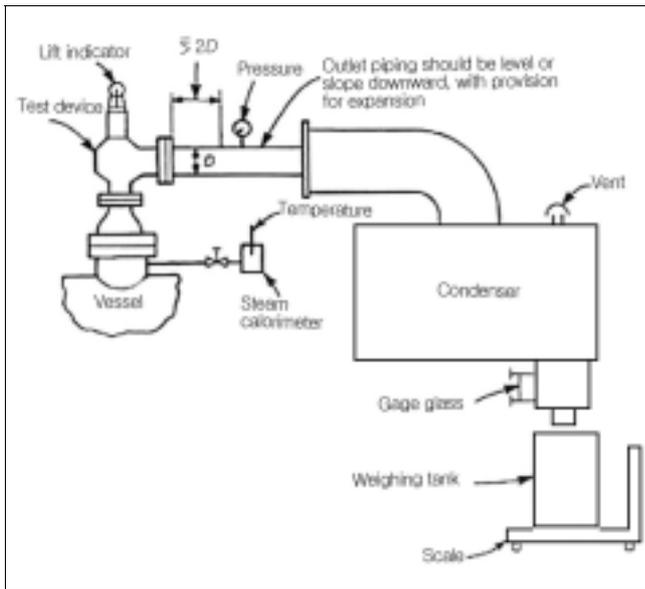
열역학 및 유체역학에 대한 학력이 필요하며, 유체유량 측정 실무와 시험감독 경험이 있어야 한다.

(2)

시험원이 시험설비 조작과 할당된 업무에 익숙함을 보장할 수 있도록 충분한 예비시험이 시행되어야 한다.



<그림 2> 유량계 시험법



<그림 3> 응축수 중량 시험법

(3)

용량인증시험시 유량을 측정하는 방법은 유량계 시험법과 응축수 중량 시험법이 있다. ASME PTC 25에서 권고하는 시험설비의 구성은 그림 2 및 그림 3과 같다.

(4)

압력방출장치의 용량 인증을 위하여 압축성기체 (증기)의 배출유량은 ASME PTC 25에서 제시하고 있는데, 다음과 같이 유량계시험법은 식 2로, 응축수 중량시험법은 식 3으로 계산된다.

$$W_h = \frac{W_t \times K}{K_o} \sqrt{\frac{V_{act, meter}}{V_{ref, meter}}} \dots\dots\dots (식 2)$$

W_h : Flow rate(lbm/hr)

W_t : Trial flow rate(lbm/hr)

K : Flow coefficient

K_o : Trial flow coefficient

$V_{act, meter}$: Specific volume at flowing conditions at the meter(ft³/lbm)

$V_{ref, meter}$: Specific volume at reference conditions at the meter(ft³/lbm)

$$W_h = \frac{60 \times \omega}{t} \sqrt{\frac{V_{act}}{V_{ref}}} + W_{ul} - W_{cl} \dots\dots\dots (식 3)$$

W_h : Flow rate(lbm/hr)

ω : Mass of water or condensate(lbm)

- t : Length of test(min)
- V_{act} : Specific volume at inlet conditions
(ft³/lbm)
- V_{ref} : Specific volume at reference conditions
(ft³/lbm)
- W_{ul} : Valve steam leakage(lbm/hr)
- W_{cl} : Condenser leakage(lbm/hr)

5.

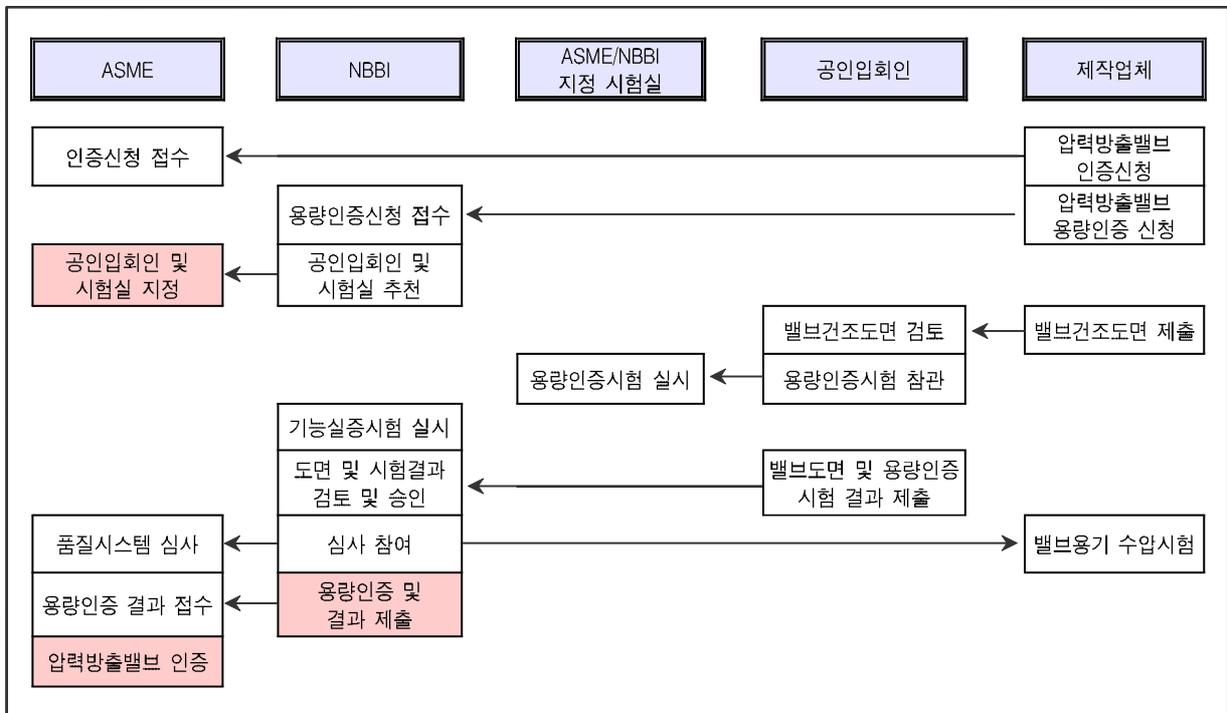
미국, 프랑스, 독일 등 원자력 및 압력기기 선진국들의 압력방출장치의 용량인증시험 및 인증기관을 방문하고, 인증 및 발전설비 적용현황을 조사하였으며, 국내 압력방

출장치 적용현황과 시험기관 및 제조업체의 현황을 알아보았다.

가.

미국은 압력방출장치의 용량인증제도를 채택하고 있으며, 보일러 및 압력용기 검사자협회(National Board of Boiler & Pressure Vessel Inspections ; NBBI)에서는 미국기계학회(ASME)의 요건에 따라 품질보증시스템 확인, 용량인증시험 및 기능실증시험을 수행하고 압력방출장치 용량인증을 부여하고 있다. ASME Sec. III 압력방출밸브의 인증절차는 그림 4에서 간략히 볼 수 있다.

용량인증시험은 ASME/NBBI로부터 승인을 받은 시험기관에서도 수행할 수 있으며, 현재 ASME/NBBI



<그림 4> ASME Sec. III 압력방출밸브의 인증절차

<표 4> ASME/NBBI 승인 시험기관

NAME	LOCATION	FLUID(S)	PRESSURE	SIZE	CAPACITY
ANDERSON GREENWOOD CROSBY	New Tation, TX	Nitrogen	1000psi	8"	10-4000scfm
		Water	1000psi	4"	36-1400gpm
ANDERSON GREENWOOD CROSBY	Wrentham, MA	Steam	1000psi	4"	200-2800pph
		Air	1000psi	4"	7000scfm
		Water	290psi	4"	600gpm
		Water	3600psi	1-1/2"	30gpm
BS & B SAFETY SYSTEMS	Tulsa, OK	Air	275psi	4"	2000scfm
CONTINENTAL DISC. CORP	Liberty, MO	Air	200psi	4"	7200scfm
		Air	650psi	4"	6000scfm
		Water	650psi	4"	900gpm
DRESSER FLOW CONTROL	Alexandria, LA	Steam	290psi	4"	10000pph
		Air	500psi	4"	3500scfm
		Water	500psi	4"	250gpm
ELECTRICITE DE FRANCE	Moret Sur Loing France	Steam	1400psi (9.5mpa)	3"	936m ³ /h
ENGINEERED CONTROLS INT	Elon College, NC	Air	500psi	3"	100-15000scfm
FARRIS ENGINEERING	Brecksville, OH	Air	880psi	6"	8000scfm
		Water	600psi	4"	165gpm
FIKE CORPORATION	Blue Springs, MO	Nitrogen	285psi	2"	7000scfm
LESER GMBH & COMPANY KG	Hamburg, Germany	Air	1450psi	16"	24964scfm
		Water	610psi	16"	1057gpm
THE NATIONAL BOARD OF BOILER & PRESSURE VESSEL INSPECTORS	Worthington, OH	Steam	500psi	4"	16000pph
		Air	500psi	6"	13000scfm
		Water	500psi	4"	550gpm

로부터 승인을 받은 시험실은 표 4에서와 같다.

NBBI는 전직원 76명이 미국 50개주와 캐나다 및 전 세계에서 활동하는 ASME 공인검사원을 교육, 임명하고, 압력방출장치의 용량 인증을 관리하고 있다. 압력방출장치 용량인증 관련 인원은 7명이고, 시험설비는 증기의 경우 4in, 500psi로서 규모는 작으나 분석능력이 뛰어나 모델시험법에 의한 대용량 기기의 인증도 가능하고, 시험물량이 일정한 수준을 유지하고 있다. KEPIC 압력방출장치 용량 인증을 위한 지정기관의 수용 여부는 내부 회의의 결과에 따른다고 하나 수용 여부는 불투명하다.

프랑스는 프랑스 전력공사(Electricite De France ; EDF)에서 수행한 압력방출장치 용량시험에 대한 자료

를 규제기관에 제출하고 있으며, 별도의 용량인증 제도는 갖고 있지 않다.

EDF는 총인원 12만명의 방대한 조직을 갖고 있으며, Moret Sur Loing에 있는 전력연구소에는 2600여명이 그리고 압력방출장치 시험설비에는 5명이 종사하고 있었다. 압력방출장치 용량시험설비는 증기 190bar, 360°C, 14inch까지 시험이 가능하며, Weir로 합병된 SEBIM사의 원자력발전소용 POSRV의 용량시험을 한 실적이 있었고, 이 SEBIM사의 POSRV는 프랑스의 60기가 넘는 원자력발전소와 우리 나라의 울진원자력 1, 2호기에 공급되었다. 또한 미국 ASME/NBBI로부터 증기 3inch, 1,400psi의 압력방출장치에 대한 시험기관으로서 승인을 받았다.

미국은 모델시험법을 사용하여 시험결과를 분석하고,

배출계수를 이용하여 큰 용량의 기기를 인증하고 있으나, 유럽은 실제크기의 기기를 가지고 실증시험을 하는 것에 익숙해 있다. EDF 시험실의 압력방출장치 시험설비는 NBBi 보다 3~4배 정도 커다란 규모를 갖추고 있으며, 시험과 분석능력이 있으나 시험물량이 적어서 해체 여부를 검토 중에 있다고 한다.

KEPIC 압력방출장치 용량인증 지정기관의 수용 여부는 시험설비 해체 여부에 대한 자체 검토 결과에 따른다고 하나 수용의지는 가지고 있었다.

독일도 압력방출장치의 용량인증제도는 채택하고 있지 않았고, 규제기관으로부터 인증을 받은 시험기관에서 수행한 압력방출장치 용량시험에 대한 자료를 규제기관에 제출하고 있다.

독일의 대표적인 압력방출장치 시험기관인 SIEMENS 사는 Framatome-ANP사로 합병되었고, Framatome-ANP사는 독일 TÜV로부터 압력기기 시험기관으로 인증을 받았다.

Framatome-ANP사의 압력방출장치 용량인증시험설비는 증기 157bar로 8inch까지, 116bar로는 28inch까지 시험할 수 있다. 시험설비 규모는 Accumulator 높이만 28m에 달하는 NBBi보다 7~8배 커다란 규모이며, 시험실 인원은 4명 정도로 모든 압력방출장치에 대하여 실증시험을 수행할 수 있다. 압력방출장치의 시험과 분석능력을 모두 갖추고 있고 실적도 많으나, 최근에는 시험물량이 극히 적은 듯 하였다.

KEPIC 압력방출장치 용량인증 지정기관을 적극 수용하고자 하였다.

우리 나라 전력설비에 소요되는 압력방출장치는 미국

NBBi에서 용량을 인증한 것이거나, 유럽에서 용량 시험된 것으로 전량 수입에 의존하고 있다.

한국산업안전공단 산업안전보건연구원에서는 산업안전보건법 및 관련 법령에 따라 일반산업분야 안전밸브의 저압 분출시험을 1992년부터 수행하고 있으나, 압력방출장치의 용량인증시험을 수행할 만한 설비는 아직 갖추고 있지 못하고 있으며, 구체적인 설비 증설계획도 없는 상태이다.

(주)삼신, 신우공업(주), 삼양밸브(주), 조광ILI(주) 등 밸브 제조업체는 압력방출장치의 개발에 박차를 가하고 있으며, (주)삼신에서는 증기용 압력방출장치 시험설비를 구비하였고, 신우공업(주)에서는 수입으로 작동하는 압력방출밸브를 개발하여 미국 NBBi로부터 용량인증시험을 받았다.

국내 산업계의 압력방출장치 개발 추세로 볼 때 후속 발전설비에서는 국산화된 압력방출장치가 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

6.

전력산업기술기준(KEPIC)에서는 압력방출장치에 대하여 대한전기협회(또는 ASME)의 지정기관으로부터 용량인증시험을 받도록 규정하고 있으나, 국내에는 지정기관으로 선정할 만한 시험설비 및 인력을 갖춘 기관이 없고, ASME 요건에 따라 압력방출장치의 용량 인증을 수행하는 기관은 미국의 NBBi가 유일하다.

현재 국내의 원자력발전소 건설에 적용되는 기술기준은 KEPIC 또는 ASME이고, 이들 요건에 따라 압력방출장치의 용량 인증을 받기 위해서는 NBBi의 용량 인증을 받아야 한다. 유럽의 파일럿볼이 압력방출밸브(POSRV) 같이 우수한 성능의 압력방출장치 생산업체들은 자국의 시험기관에서 시험을 거쳐 원자력안전성관

런 제품도 공급하고 있지만, 우리 나라에 공급하기 위해서는 미국 ASME의 품질자격인증과 NBBI의 용량 인증을 추가로 받아야 하는 번거로움이 있고, 그에 따른 추가비용도 만만치 않게 부담하여야 한다.

압력방출장치의 용량 인증과 관련하여 미국의 제도를 그대로 적용하는 것은 경제적 손실은 물론 기술발전에도 지장을 초래하므로, 우리의 실정에 맞는 KEPIC 요건을 개선하는 필요성이 대두되었다.

국내에 압력방출장치 용량인증시험설비를 갖춘 시험기관이 설립될 때까지, 시험설비를 갖추고 있고 용량인증을 수행할 능력이 충분한 미국의 NBBI, 프랑스의 EDF, 독일의 Framatome-ANP를 KEPIC 압력방출장치 용량인증기관으로 지정하여 활용할 수 있도록 관련현황 조사와 협의를 하였으며, 지속적인 접촉을 거쳐 지정, 시행할 예정이다.

7.

KEPIC 압력방출장치의 용량인증제도 개선을 위하여 미국, 프랑스, 독일의 우수한 시험기관을 방문하여 KEPIC을 이해시키고 업무제휴에 대한 의견을 교환하는 동안 상대의 우호적인 분위기에서 우리 나라 전력산업

의 위상을 확인할 수 있었고, 대한전기협회의 역할에 대한 긍정적인 의향을 접수하는 성과가 있었다.

한편으로는 그 동안 우리의 원자력발전소 건설사업 관련업무가 미국에 편중되지 않았나 하는 생각이 들었다. 프랑스, 독일 등 원자력 선진국들이 미국 ASME의 기술을 인용하기는 하였으나, 자국의 이익에 맞도록 제도적인 면을 수정하고 연구 개발 분야에 힘써 기술적인 종속을 회피하려고 부단한 노력을 하여온 것을 보고, 우리의 시야를 넓혀야 하겠다는 느낌이 들었다. 규제기관, 발전사업자, 설계자, 기술기준 관련자들이 미국의 규제요건과 기술기준 이행에 지나칠 정도로 충실하였고, KEPIC과 ASME와의 동질성을 강조하는 것에 나름대로의 이유는 있지만, 이제는 유럽의 국가들이 기술종속을 슬기롭게 극복한 경험을 이해하고 배워나가야 할 의지와 노력이 필요할 것 같다.

KEPIC의 해외 적용을 위해서는 국내외 관련자의 의견을 취합하고, 제도 개선 업무를 도출하고, 이에 따른 실행을 조속하고 과감히 추진해야 한다는 방향을 정립할 수 있는 기회가 되었으며, 압력방출장치 용량인증제도 개선을 시작으로 KEPIC의 많은 분야에서 우리의 여건에 맞는 제도 개선이 활발히 전개될 수 있었으면 한다.

■ 참고 문헌

- (1) "전력산업기술기준 원자력기계 1등급기기(KEPIC-MNB)", 2000. 1. 1, 대한전기협회
 - (2) "ASME Sec.III NB", 2001. 7. 1, ASME
 - (3) "ASME PTC 25", 1994, ASME
 - (4) "National Board Certification of Pressure Relief Devices, Description of Program and Basic Requirements, NB-501 Rev.3", 2002, NBBI
 - (5) 박태중/윤석찬 "압력방출장치 용량인증기관 해외출장 보고서", 2002. 10, 대한전기협회
 - (6) "제1회 발전설비용 안전밸브 용량인증 세미나 발표 자료집, P6", 2002. 5. 3, 대한전기협회
-