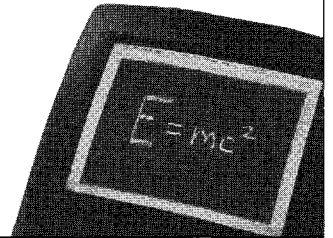




ASME의 원자력기계 동향과 KEPIC의 대응 방안

김남하 처장, 윤석찬 부장 | 대한전기협회 전력기준처



전력산업기술기준(KEPIC)은 국내의 전력설비의 건설과 운전에 적용할 목적으로 개발된 단체 표준(Standard)이다. 이것은 전력산업이라는 특정 분야에 적용되는 것으로 원자력법 및 전기사업법과 관련된 기술기준(Technical Regulation)과 조화(Harmonization)를 이루어야 한다. KEPIC은 국내 전력설비의 건설과 운전에 적용되었던 미국의 관련 표준을 참조하였으므로 그들에 대한 동향을 파악하여 대책을 수립하는 것은 필수과제이다. 1987년에 개발을 착수하여 1995년에 KEPIC 초판을 발행한 이래로 매 5년 마다 개정판을 발행하여 최첨기술(The Art of the State)을 유지하고 있으며 2005년에 3차 개정판을 발행할 예정이다. KEPIC 원자력기계분야는 원자력법상 원자로 및 관계시설의 건설 및 운전에 필요한 구체적인 기술 및 행정요건을 규정한 산업표준이며, 미국기계학회(ASME)의 원자력표준위원회(BNCS)가 발행하는 원자력기계 표준에 기초하고 있다. 본고에서는 ASME의 원자력기계 관련 표준의 최근 동향을 파악하여 KEPIC 원자력기계분야의 향후 방향 설정에 대한 기초 자료로 삼고자 한다.

1. 서론

전력산업기술기준(KEPIC)의 원자력기계분야는 미국기계학회(ASME)의 원자력표준위원회(BNCS : Board on Nuclear Codes and Standards)와 압력기술표준위원회(BPTCS : Board on Pressure Technology Codes and Standards)가 발행하는 표준 중에서 원자력발전과 관련된 표준을 선택하여 우리 실정에 적합하도록 한글화한 것이다. 기술요건(Technical Requirements)은 참조표준과 번호체계를 달리 하였을 뿐 내용은 일치(Identical)가 되게 하였고, 비파괴검사와 재료 시험에 관계되는 것은 미국과 동등한 시험설비를 보유하고 있는 우리나라의 시험 및 검사설비로 대체한 정도이다. 그러나 행정 요건(Administrative Requirements)은 미국의 관련 요건을 참조하여 우리의

법과 행정체제에 맞도록 수정(Modified)하였다. 여기서는 원자력기계의 기술요건만을 대상으로 미국의 요즈음 동향과 우리의 방향에 대하여 논하고자 한다.

KEPIC 원자력기계분야는 ASME의 원자력발전 관련 표준과 같은 범위로 하였지만 미국의 원자력 발전기술 분야와 우리의 것이 다르므로 우리나라의 산업여건에 맞도록 선택하여 집중(Selection and Concentration)한 것이 특징이다. <표 1>은 ASME의 원자력기계분야 표준을 취급하는 위원회와 KEPIC의 원자력기계 분야의 표준에 대한 연계를 도표화한 것이다. 원자력기계분야의 핵심 기술표준인 ASME B&PVC Sec. III, Nuclear Components와 Sec. III, Inservice Inspection은 압력기술표준위원회(BPTCS) 산하의 Committee에서 관리하고 있지만, 정책결정 사항 등은 원자력표준위원회(BNCS)에서 이루어진다.



표 1 _ 원자력기계분야의 ASME Code 위원회와 관련 KEPIC

Council	Board	Committee	취급 C&S	KEPIC
Council on Codes & Standards	Board on Nuclear Codes & Standards(BNCS)	Nuclear Quality Assurance	NQA-1	QAP
		Qualification of Mechanical Equipment Used in Nuclear Facilities	QME-1	MF
		Cranes for Nuclear Facilities	NOG	MCN
		Nuclear Air and Gas Treatment Equipment	AG-1	MH
		Operation and Maintenance of Nuclear Power Plants	OM	MO
		Nuclear Risk Management	In Preparation	-
		Board on Pressure Technology Codes & Standards(BPTCS)	Nuclear ComponentsSec.III	MN
		Inservice Inspection Sec.XI	MI	

원자력기계분야는 그 특성상 안전과 신뢰성을 동시에 충족하여야 하는 사회적 여건 때문에 일반산업 분야의 기술요건 보다는 훨씬 상세하고 복잡하다. 여기서는 <표 1>에 있는 ASME의 원자력기계 관련 표준에 대한 최근 동향을 파악하고, KEPIC 원자력기계 2005년판 발행과 향후의 방향설정에 대하여 전개한다.

2. 원자력기계 동향

ASME의 원자력기계분야는 미국의 원자력발전소 건설이 1970년대 후반부터 중단되어서, 당시 기술과 크게 달라진 것은 없는 것으로 파악된다. 그러나 WTO/TBT 협정 이후 국제동향 및 사회적 여건의 변화에 맞추어 여러가지 변화를 시도하고 있다. 다음은 ASME의 기술표준위원회(Council of Codes and Standards)가 설정한 향후의 목표를 발췌한 것이다.

- 관련 위원회에 미국인이 아니더라도 실력 및 자격을 갖추고 본인이 원할 경우, 위원으로 영입한다.
- 행정 요건은 미국에 국한하고 각국의 행정요건을 인정한다.
- 재료는 미국 표준에 준하지 아니하고, 타국의 표준

에 준하여 생산된 제품도 인정한다.

- 재료 표준에 채택된 SI 단위는 SI 단위에 준하여 생산되는 재료의 사이즈에 기초한다. 즉 기존의 Foot-Pound 단위계와 SI 단위계를 병존시켜서 사용자가 Foot-Pound 또는 SI 단위계 중 하나를 채택하는 데 불편이 없도록 한다.
- Class 1, 2, 3 Component를 합본(Consolidation) 하여 1권으로 간소화 한다.
- 매년 발행하는 Addenda(추록)를 폐지하고 2007년부터는 Edition(판)만 발행하도록 한다.

이상의 ASME 추진방향에 대응하여 KEPIC도 재료 분야의 SI 단위 채택, 기기(Class 1, 2, 3) 표준의 합본 등에 대한 준비가 급선무로 꼽힌다. 그러나 매년 추록 발행에 대한 업무가 줄어들므로 여기에서 생기는 여력을 ASME의 관련 위원회 위원으로 활동토록 하여 ASME의 동향과 직접 연결되는 체제로 가야할 것으로 보인다.

2.1 원자력기계

ASME의 원자력기계 표준은 ASME Boiler and



Pressure Vessel Code, Section III이며 이는 경수로 (LWR : Light Water Reactor) 및 액체금속고속증식 로(LMFBR : Liquid Metal Fast Breed Reactor)를 범위로 하고 있다. 그러나 우리나라는 월성 원자력발전 소를 제외하고는 가압경수로(PWR : Pressurized Water Reactor)이고 고속증식로는 개발 계획이 없으므로, KEPIC 원자력기계분야의 건설표준은 가압경수로를 범위로 한정하였다. 그러나 캐나다가 채택한 가압중수로(PHWR : Pressurized Heavy Water Reactor)도 ASME의 Nuclear Code를 준용하였고, 월성 원자력발전소가 캐나다의 가압중수로 기술이므로, 향후 가압중수로형 발전소의 건설이나 운전중인 발전소의 교체품목에 원자로관련 부품을 제외하고는 적용하여도 문제가 없을 것으로 보인다.

ASME Code의 원자력기계는 Boiler & Pressure Vessel Code, Section III (Nuclear Components)에서 취급하며, 일반요건과 3개의 Division으로 구성되어 있다.

- NCA : General Requirements
- Division 1 : Steel Components

- Division 2 : Concrete Components
- Division 3 : Transportation Components

KEPIC 원자력기계(KEPIC-MN)에서는 이중 Division 1 강재(鋼製) 기기만 다루고, Division 2 콘크리트 기기는 원자력구조(KEPIC-SN)로 분류하여 토목 구조에서 취급하고, Division 3 수송기기는 최근에 개발된 표준이므로 아직 KEPIC에서 채택을 하지 않았다. ASME B&PVC, Section III는 가압 및 비등형 경수로(PWR 및 BWR) 계통의 기기에 대한 표준이다. 우리나라 원자력발전소의 주종은 가압경수로형이고, 프랑스의 RCC-M이나 캐나다의 CSA N285 Series도 ASME Code를 근간으로 개발되었으므로, KEPIC 원자력기계 표준의 개발 모델을 ASME Code로 택하였다. <표 2>는 ASME B&PVC, Section III와 KEPIC-MN과를 비교한 것이다.

표 2에서 보여주는 바와 같이 ASME B&PVC, Division 1에서 Subsection NH를 제외하고는 모두 KEPIC에서 채택하였다. Subsection NH Class 1 Components in Elevated Temperature Service(온도

표 2 _ ASME B&PVC Section III과 KEPIC-MN의 관계

ASME B&PVC Section III			KEPIC-MN	
Division	Subsection	내 용	번호	내 용
-	NCA	General Requirements for Division 1 and Division 2	MNA	일반 요건
Division 1	NB	Class 1 Components	MNB	1등급 기기
	NC	Class 2 Components	MNC	2등급 기기
	ND	Class 3 Components	MND	3등급 기기
	NE	Class MC Components	MNE	MC급 기기
	NF	Supports	MNF	지지물
	NG	Core Support Structures	MNG	노심지지 구조물
	NH	Class 1 Components in Elevated Temperature Service	-	해당 없음
	App	Appendices	MNZ	부록
Division 2		Code for Concrete Reactor Vessels and Containments	SNB	격납구조
Division 3	-	Containment Systems for Storage and Transport Packagings of Spent Nuclear Fuel and High Level Radioactive Material and Waste	-	추후 개발 검토



상승조건의 1등급 기기)는 가압경수로 원전 기기와 무관하므로 채택되지 않았다.

Division 2는 콘크리트 원자로 및 격납용기에 관한 것으로 ACI 349 Committee의 보고서를 기초로 하여 1973년 개발되었다. ASME Code Section III 1995년 판까지는 Subsection CB 콘크리트 원자로와 Subsection CC 콘크리트 격납용기로 구분되어 있었으나 1998년판부터는 Subsection CB의 발행을 중지하였다. KEPIC에서는 콘크리트 격납용기만을 채택하여 KEPIC-SNB 격납구조를 발행하였고 토목구조 전문위원회에서 취급하고 있다.

Division 3는 고준위 폐기물의 저장 및 수송에 대한 격납시스템의 규정이다. 1998년에 처음 발행되었고 KEPIC에서는 아직 채택하지 않았으나 가까운 미래에 우선적으로 채택하여 KEPIC화 하여야 할 것이다.

2.2 원전기계기기성능검증

미국 연방 기술기준(Regulation)에서는 특정기기가 설계요건에 맞도록 작동이 되는 것을 보장할 수 있도록 대책을 수립할 것을 요구하고 있다. ASME QME-1 Qualification of Active Mechanical Equipment Used in Nuclear Power Plants는 기술기준 요건을 만족하기 위해서 능동기계기기(Active Mechanical Equipment)가 정해진 운전조건에서 정상적으로 작동함을 보장하는 검증 요건 및 지침을 설정한 것이다.

기기검증 표준의 개발은 1970년대 초에 ANSI N45 위원회에서 착수하여 밸브는 N278, 펌프는 N551의 소

위원회를 구성 운영하다가 1982년에 ASME QME 위원회가 구성되어 흡수 통합되었다. 1977년에는 IEEE와 ASME간에 IEEE는 검증표준을 개발하고, ASME는 품질보증표준을 개발하는 협정을 맺어 진행하다가 ASME QME 위원회가 구성되어 상호 독자적으로 개발하고 있다.

KEPIC-MF는 ASME QME-1, 2002년판을 참조하였으며, 안전성관련 능동펌프와 밸브를 대상으로 설계, 제작 및 가동중에 내진과 경년열화 등의 성능검증 항목과 방법을 제시한 것이며, 신규 원전에 소요되는 기기나 기존 원전의 기기를 교체, 보수 및 추가하는데 적용할 수 있다.

2.3 공조기기

원자력 공조기기는 원자력발전소의 방사선관리구역 내에 있는 공조기기의 성능과 신뢰성이 보장되어 그곳에서의 유체가 누설되는 것을 차단함은 물론 어떠한 조건하에서도 그들의 기능이 정상적으로 유지되어야 한다는 것에 바탕을 두고 있다. 현재의 ASME AG-1은 1975년과 1976년에 N509와 N510으로 발행되었고 1980년과 1989에 각각 개정되었다. 1976년에 ASME에 원자력기체처리위원회(CONAGT : Committee on Nuclear Air and Gas Treatment)가 구성되어 공기정화 및 조화기기의 설계, 제작, 검사 및 시험에 대한 기술표준 개발을 담당하고 있다.

KEPIC 공조기기(MH)는 공조기기와 관련된 많은 기술표준 국내 원전 공조기기의 설계 및 제작에 주로 사

표 3 ASME QME-1과 KEPIC-MF의 분류체계

ASME QME-1		KEPIC-MF	
QR	General Requirements	MFA	일반요건
QP	Qualification of Active Pump Assemblies	MFB	능동펌프조립품의 성능검증
QV	Functional Qualification Requirements for Active Valve Assemblies for Nuclear Power Plants	MFC	능동밸브조립품의 성능검증



표 4 - ASME AG-1와 KEPIC-MH의 분류체계

ASME AG-1		KEPIC-MH		비 고
Division I	General Requirements	MHA	일반요건	
Section AA	Common Articles	MHA-AA	공통요건	ASME 개정중
Division II	Ventilation Air Cleaning and Ventilation Air Conditioning	MHB	공기정화 및 공기조화	
Section BA	Fans and Blowers	MHB-BA	송풍기	ASME 개정중
Section DA	Dampers and Louvers	MHB-DA	댐퍼 및 루버	ASME 개정중
Section SA	Ductwork	MHB-SA	덕트설비	
Section RA	Refrigeration Equipment	MHB-RA	냉동기	
Section CA	Conditioning Equipment	MHB-CA	공기조화기	
Section FA	Moisture Separators	MHB-FA	습분분리기	
Section FB	Filters Medium Efficiency	MHB-FB	중급효율 필터	ASME 개정중
Section FC	HEPA filters	MHB-FC	헤파필터	ASME 개정중
Section FD	Type II Adsorber Cells	MHB-FD	흡착기(II형)	ASME 개정중
Section FE	Type III Adsorber Cells	MHB-FE	흡착기(III형)	
Section FF	Adsorbent Media	MHB-FF	흡착제	
Section FG	Mounting Frames Conagt-Air Cleaning Equipment Nuclear Safety-Related Equipment	MHB-FG	프레임	ASME 개정중
Section FH	Other Adsorbers (In Preparation)	없음	5단계 개발	ASME 개발중
Section FI	Metal Media Filters (In Preparation)	없음	5단계 개발	ASME 개발중
Section FJ	Low Efficiency Filters (In Preparation)	없음	5단계 개발	ASME 개발중
Section FK	Special Round and Duct-Connected HEPA Filters (In Preparation)	없음	5단계 개발	ASME 개발중
Section IA	Instrumentation and Controls	MHB-IA	계측 및 제어	
Division III	Pressure Gas Treatment(All Section In Preparation)	없음	ASME 개발결과를 MHC로 반영예정	ASME 개발중
Section GA	Pressure Vessels, Piping, Heat Exchangers, and Valves			
Section GB	Noble Gas Hold-Up Equipment			
Section GC	Compressors			
Section GD	Other Radionuclide Equipment			
Section GE	Hydrogen Recombiners			
Section GF	Gas Sampling			
Division IV	Testing Procedures	MHD	시험절차	
Section TA	Field Testing of Air Treatment Systems	MHD-TA	공기처리계통의 현장시험	
Section TB	Field Testing of Gas-Processing Systems (In Preparation)	없음	5단계 개발	
Mandatory Appendix I	Preparation of Technical Inquiries to the Committee on Nuclear Air and Gas Treatment	없음		
Nonmandatory Appendix A	Format Guide for Technical Inquiries	없음		



용된 ASME AG-1 Code on Nuclear Air and Gas Treatment를 참조하여 개발하였으며, 이들 산업기계 취급에 신뢰성을 확보하기 위하여 원자력품질보증시스템에 포함시키고 자격인증과 공인검사 제도를 적용토록 하였다.

표 4는 2003년 ASME AG-1과 2005년판 KEPIC-MH의 구성을 비교한 것이다. ASME AG-1은 현재 대폭 개정중에 있고 Division III가 신규 개발중에 있으므로 이에 대한 현황을 지속적으로 파악하여 신속하게 KEPIC에 반영할 예정이다.

2.4 원전가동중검사

ASME B&PVC Section XI, Rules for Inservice

Inspection of Nuclear Power Plant Component는 원자력기계의 건설표준에서 Section III와 대응되는 기기에 대하여 운전기간 중에 적용되는 표준이다. Division 1은 경수로(PWR), Division 2는 가스냉각로(GCR : Gas Cooled Reactor), Division 3는 액체금속고속증식로(LMFBR) 원자력발전소의 가동중검사에 관한 기술 표준이다.

우리나라 원자력발전소는 가압경수로가 주종이므로 Division 2와 3는 배제하고 Division 1을 대상으로 하였으며, Division 1의 내용중 비등경수로(BWR) 부분은 배제하고 가압경수로(PWR) 요건만 채택하였다. Division 1에서는 원전수명을 40년으로 가정하여 Section III에 준하여 건조된 전 품목을 운전개시 후 3년, 7년, 13년 및 17년을 주기로 검사하도록 규정한 것

표 5 _ ASME Sec. XI와 KEPIC 범위

ASME Sec. XI		KEPIC-MI
Division 1	Rules for Inspection of Components of Light-Water Cooled Plants	기술요건 일치(Identical)
	• PWR and BWR	• PWR 분야만 채택
	• Inspection Program A and B	• 프로그램 B 채택(10년 주기)
Division 2	Rules for Inspection of Components of Gas-Cooled Plants (HTGR)	채택하지 않음
	(Discontinued in 1992 Edition and 1993 Addenda)	
Division 3	Rules for Inspection and Testing of Components of Liquid-Metal Cooled Plants	채택하지 않음

표 6 _ ASME Sec. XI Div. 1 및 KEPIC-MI 분류체계

ASME Sec. XI Division 1		KEPIC-MI	
Subsection	내용	번호	내용
IWA	General Requirements	MIA	일반요건
IWB	Class 1 Components	MIB	1등급 기기
IWC	Class 2 Components	MIC	2등급 기기
IWD	Class 3 Components	MID	3등급 기기
IWE	Class MC Components & Metallic Liners of Class CC Components	MIE	금속 격납용기와 콘크리트 격납용기의 금속라이너
IWF	Class 1, 2, 3 and MC Component Supports	MIF	지지물
IWG	Core Supports Structure and Reactor Vessel Internal Structure(In Preparation)	-	추후 개발 검토
IWL	Class CC Concrete, Components	MIL	격납구조
Appendices	Mandatory, Non-mandatory	MIZ	부록



을 프로그램 A로, 매 10년을 주기로 검사하도록 규정한 것을 프로그램 B로 규정하고 있다. 이 가운데서 우리나라 원자력발전소 규제요건은 운전중인 발전소의 정기 검사주기를 10년으로 규정하고 있으므로 KEPIC은 프로그램 B에 관한 요건만을 채택하였다.

이러한 배경에서 KEPIC-MI, 원전가동중검사는 ASME B&PVC Sec.XI Div 1의 Subsection 내용과 번호체계가 일치되도록 하였다. 표 4는 그에 대한 비교 표이며, Subsection IWG 원자로 내부구조 및 지지물에 대한 가동중 검사 규정은 ASME가 제정 중에 있으므로 거기서 완료되면 빠른 시간 내에 KEPIC도 개발을 할 계획이다.

2.5 가동중 시험

최근 미국기계학회가 가장 활발하게 활동하고 있는 분야가 원전의 운전 및 유지에 관한 표준 개발 활동이다.

ASME Section III 및 XI의 위원들이 간사역할을 한 미국표준협회의 N45 위원회에서 원자력발전소의 배치, 설계, 건설 및 유지에 대한 표준 개발 촉진업무를 맡아 수행하다가 해체되면서, 1975년 ASME의 원전운영 및 유지위원회(The Committee on Operation and Maintenance of Nuclear Power Plants)가 구성되었다.

ASME OM 위원회는 원전을 안전하고 신뢰성있게 운전하고 유지할 수 있도록 하는 표준을 개발하고 유지하고 있으며, Vibration Monitoring 및 Performance Testing에 관한 2개의 분과위원회가 있으며, ASME Section XI의 IWP(Inservice Testing of Pumps)와 IWV(Inservice Testing of Valves) 표준을 담당하는 펌프 및 밸브 실무팀이 ASME OM Performance Testing 분과위원회의 실무팀으로 흡수되었다.

표 7은 ASME OM 표준을 KEPIC과 연계한 것이다.

표 7에서 보여주듯이 ASME Code의 최근동향을 보면 국제흐름과 마찬가지로 플랜트의 유지 보수에 대한

표 7 ASME OM과 KEPIC-MO의 분류체계

구분	ASME OM		KEPIC-MO	
	Subsection	내용	번호	내용
Code	ISTA	General Requirements	MOA	일반요건
	ISTB(Part 6)	In-service Testing of Pumps	MOB	펌프의 가동중 시험
	ISTC(Part 10)	In-service Testing of Valves	MOC	밸브의 가동중 시험
	ISTD(Part 4)	In-service Testing of Dynamic Restraints (Snubbers)	MOE	스너버의 가동중 시험
	ISTE	Risk-Informed In-service Testing (In Preparation)	-	추후 개발 검토
	Mandatory Appendix I (Part 1)	In-service Testing of Pressure Relief Devices in light Water Reactor Nuclear Power Plants	MOD	압력방출장치의 가동중시험
	Mandatory Appendix II	Check Valve Condition Monitoring Program		MOC 부록
	Nonmandatory Appendix A	Preparation of Test Plans		MOA 부록
	Nonmandatory Appendix B	Dynamic Resstraint Examination Checklist Items		MOE 부록
	Nonmandatory Appendix C	Dynamic Resstraint Design and Operating Information		MOE 부록
	Nonmandatory Appendix D	Comparison of Sampling Plans for Inservice Testing of Dynamic Resstraint		MOE 부록
	Nonmandatory Appendix E	Flow Chart for 10% and 37 Snubber Testing Plans		MOE 부록
	Nonmandatory Appendix F	Dynamic Resstraint (Snubbers) Service Life Monitoring Methods		MOE 부록



표 7 - ASME OM과 KEPIC-MO의 분류체계

구분	ASME OM		KEPIC-MO	
	Subsection	내 용	번호	내 용
Standard	Nonmandatory Appendix G	Application of Table ISTD-4252-1, Snubber Visual Examination		MOE 부록
	Nonmandatory Appendix H	Test Parameters and Methods		MOE 부록
	Nonmandatory Appendix J	Check Valve Testing Following Valve Reassembly		MOC 부록
	OMN	OM Code Cases	MON	가동중시험 적용사례
	Part 2	Performance Testing of Closed Cooling Water Systems	MOF	냉각수 계통의 성능시험
	Part 3	Pre-operational and Initial Start-Up Vibration Testing of Piping Systems	MOG	배관계통의 사용전 진동시험
	Part 8	Testing of Electric Motor Operators on Valves in Light-Water Reactor Power Plants	-	
	Part 12	Loose Part Monitoring in LWR PPs	-	
	Part 13	Requirements for Periodic Performance Testing and Monitoring of Power Operated Relief Valve (PORV)	MOH	동력방출밸브의 주기적 성능시험 및 점검
	Part 15	Performance Testing of Emergency Core Cooling Systems in PWR PPs	-	
	Part 16	Performance Testing and Inspection of Diesel Drive Assemblies in LWR PPs	MOI	디젤장비의 가동중 시험 및 유지
	Part 20	Performance Testing of Emergency Core Cooling Systems in BWR PPs	-	해당없음
	Guide	Part 21	Inservice Performance Testing of Heat Exchangers in LWR PPs	-
Part 24		Reactor Coolant and Recirculation Pump Condition Monitoring	-	
Part 25		Performance Testing of Emergency Core Cooling Systems in LWR PPs	-	
Part 5		Inservice Monitoring of Core Support Barrel Axial Preload in PWR PPs	-	
Part 7		Requirements for Thermal Expansion Testing of NPP Piping Systems	-	
Part 11		Vibration Testing and Assessment of Heat Exchangers	-	
Part 14		Vibration Monitoring of Rotating Equipment in NPP	-	
	Part 17	Performance Testing of Instrument Air Systems in LWR PPs	-	
	Part 19	Preservice and Periodic Performance Testing of Pneumatically and Hydraulically Operated Valve Assemblies in LWR PPs	-	
	Part 23	Inservice Monitoring of Reactor Internals Vibration in PWR PPs	-	



표준으로 무게 중심이 옮겨가고 있음을 감지할 수 있다. 가장 활발한 분야가 Risk-Informed Inspection에 대한 표준과 Performed-Based에 대한 표준의 개발이며 ASME의 OM Code가 대표적인 실례이다. KEPIC은 아직 이 분야에 체계적으로 대처를 하지 못하고 있는 실정이므로 KEPIC 5단계사업에서는 Standards의 빠진 분야를 KEPIC화 하는 것이 우선적으로 고려되어야 할 것이며 그 밖의 분야도 면밀히 추적하여 대비를 하여야 할 것이다.

3. KEPIC의 대응방안

KEPIC은 국내 원자력산업계에 적합한 기술표준을 개발하기 위하여 국내 법체계에 맞는 제도를 구축하고, 한 국형 원전건설 및 운영에 적합하고, 기자재 국산화 지원을 위한 시험 및 검사 제도를 채택 적용토록 한다 또한 국제적 위상 정립을 위하여 ASME 표준 개발 참여 및 기술

교류를 활성화하고 해외 전력설비 공급자의 KEPIC 적용을 위한 기술 지원 등을 목표로 추진할 예정이다.

3.1 신규개발

KEPIC 원자력기계분야의 신규개발은 앞장에서 검토한 내용을 기초로 하고 그밖의 여러 현황보고서를 참조하여 선정하였다. 신규개발분은 대상이 되는 참조표준(Reference Standard)의 KEPIC화에 대한 타당성검토 보고서를 작성하여 해당위원회의 합의(Consensus)를 얻은 후에 개발을 착수한다. 이러한 신규개발분 타당성검토 보고서에는 다음의 사항이 포함되어야 한다.

- 국내 원자력산업계의 참조표준 적용범위
- 국내 관련 법체계의와의 조화 여부
- 국내 산업체 적용현황 조사
- ISO/IEC 등 국제표준과의 관계

신규개발 대상 표준은 앞장에서 검토한 내용중에서

표 8 향후 신규개발 목록

참조표준	제 목	신규개발쪽수
ASME B&PVC Sec. III Division 3	Containment Systems for Storage and Transport Packagings of Spent Nuclear Fuel and High Level Radioactive Material and Waste	194
ASME B&PVC Sec. XI Division 1, IWG	Core Supports Structure and Reactor Vessel Internal Structure (In Preparation)	-
ASME B&PVC Sec. XI Division 1, Appendices	Non-mandatory Appendix (In Preparation)	-
ASME AG-1, Division III	Pressure Gas Treatment (In Preparation)	-
ASME OM, ISTE	Risk-Informed In-service Testing (In Preparation)	-
ASME OM, Part 8	Testing of Electric Motor Operators on Valves in Light-Water Reactor Power Plants	
ASME OM, Part 12	Loose Part Monitoring in LWR PPs	17
ASME OM, Part 15	Performance Testing of Emergency Core Cooling Systems in PWR PPs	13
ASME OM, Part 21	Inservice Performance Testing of Heat Exchangers in LWR PPs	52
ASME OM, Part 24	Reactor Coolant and Recirculation Pump Condition Monitoring	18
ASME OM, Part 25	Performance Testing of Emergency Core Cooling Systems in LWR PPs	23
ASME PTC 25-2001	Pressure Relief Devices Performance Test Codes	75
ASNT CP-189	Qualification and Certification of Nondestructive Testing Personnel	14
계		406



ASME 표준이 발행되었으나 그에 상응하는 KEPIC이 없는 것을 우선적으로 선정하였다. 또한 KEPIC에서 자주 인용되는 시험 및 검사 기술표준을 중심으로 해외 표준을 적용할 경우 국내 시험기관의 활용, 국내 기술축적에 장애가 되는 분야를 추가로 선정하였다.

KEPIC 원자력기계 신규개발 물량은 ASME의 Risk-Informed Standards의 발행 고려할 때 매년 약 100여쪽이 예상된다. KEPIC 신규개발분은 산업계의 수요와 협회 여건에 따라 개발 우선순위를 두어 연차적

으로 개발하며, 개발된 기술표준은 위원회 승인 즉시 발행함을 원칙으로 한다.

3.2 개정

KEPIC 2005년판의 유지관리를 위하여 원자력기계 3,200여쪽에 대하여 매년 약 10%인 320여쪽의 개정이 예상된다.

KEPIC 원자력기계 2005년판 이후는 참조표준과의

표 9 KEPIC 2000년판의 개정현황

분 류	기 호	제 목	본 문 쪽 수				비 고
			2000년판	2001년 추록	2002년 추록	2003년 추록	
MN 원자력 기계	MNA	일반요건	52	6	6	11	
	MNB	1등급 기기	285	26	28	17	
	MNC	2등급 기기	362	37	46	25	
	MND	3등급 기기	339	36	43	21	
	MNE	금속 격납용기	185	8	21	5	
	MNF	지지물	164	11	18	14	
	MNG	노심지지 구조물	96	4	8	4	
	MNZ	부록	420	27	39	4	
		소 계	1,903	155	209	101	
MH	MHA~MHD	공조기기	469	0	0	43	ASME 대폭 개정중
MI	MIA~MIZ	원전가동중검사	480	57	85	67	
MO	MOA~MOI	원전가동중시험	180	86	41	28	
MF	MFA~MFC	원전기계기기성능검증	147	9	0	2	
		총 계	3,179	307	335	241	
		개정율		9.7%	10.5%	7.6%	

표 10 KEPIC 2005년판 이후 ASME와의 시차 단축 계획

구 분	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
ASME	Addenda	Edition	-	-	Edition	-
KEPIC (ASME 발행)	추록 (2003 Ad.)	추록 (2005 Ad.)	2008년판 (2007 Ed.)	-	-	2011년판 (2010 Ed.)
	추록 (2004 Ed.)	추록 (2006 Ad.)				



시차를 1년으로 단축하고 ASME와 마찬가지로 3년마다 개정판을 발행한다. ASME는 2007년 이후로 매년 Addenda 발행을 지양하고 3년 마다 Edition 만을 발행하는 것으로 추진하고 있으므로, KEPIC도 3년마다 개정판을 발행한다. 2005년판 이후의 KEPIC 추록은 예산, 산업계의 필요성, 미국 NRC의 동향 등을 고려하여 우선 CD로 발행하고 추후 필요시 인쇄분을 발행한다.

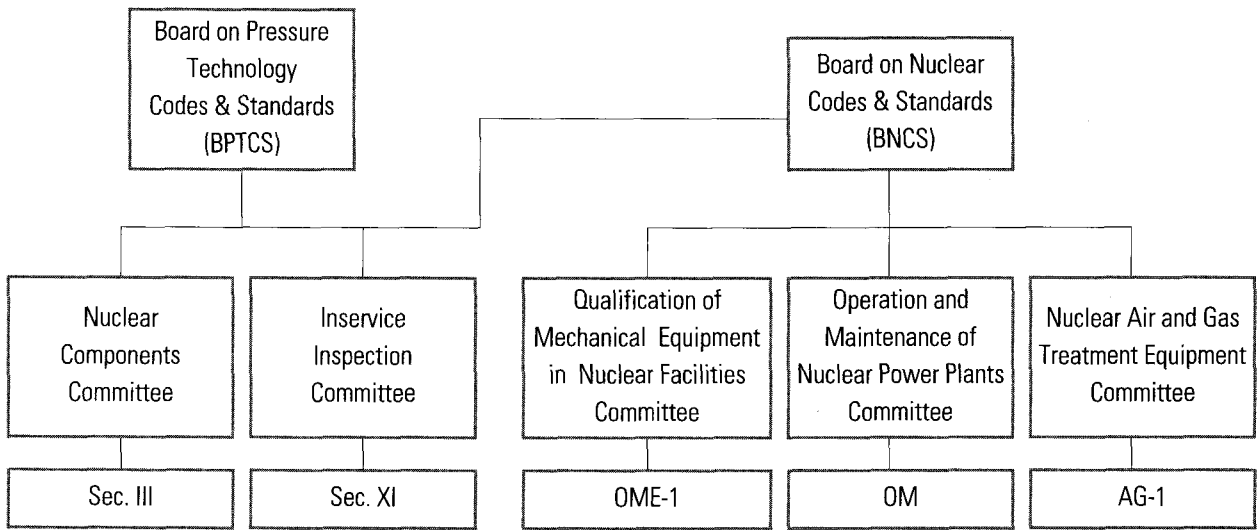
3.3 위원회 구성 및 운영

ASME의 원자력기계분야 표준을 취급하는 위원회와

KEPIC의 원자력기계 분야 위원회 구성계획을 다음 그림으로 도시하였다. 원자력기계분야의 핵심 기술표준인 ASME B&PVC Sec. III, Nuclear Components와 Sec. XI, Inservice Inspection은 압력기술표준위원회(BPTCS) 산하의 Committee에서 관리하고 있지만, 정책결정 사항 등은 원자력표준위원회(BNCS)에서 승인을 하므로, KEPIC에서는 원자력기계 전문위원회로 통합 운영한다.

원전기계기성능검증(QME-1)과 원전가동중시험(OM) 관련 위원회는 기술적 특성과 업무량을 고려하여 원전기기 시험 및 검증 분과위원회를 통합하여, 1개 전

ASME 위원회



KEPIC 위원회

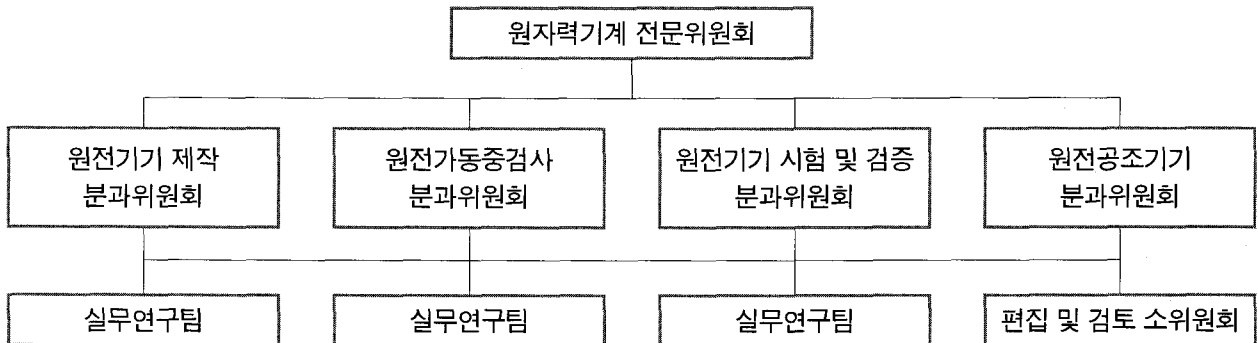




표 11 _ KEPIC 위원회 업무분장

분과위원회명	담당표준	
	명칭	기호
원전기기 제작	원자력기계	MNA ~ MNZ
원전기기 시험 및 검증	원전가동중시험	MOA ~ MOI
	원전기계기기성능검증	MFA ~ MFC
원전가동중검사	원전가동중검사	MIA ~ MIZ
공조기기	공조기기	MHA ~ MHD

문위원회와 4개 분과위원회로 운영한다. 전문위원회는 10명 내외, 분과위원회는 8명내외로 하며, 위원회는 기술표준의 제/개정 뿐만 아니라 관련제도의 운영, 교육 프로그램의 검토 등 업무를 수행한다.

원자력기계 5개분야 기술표준을 담당할 4개 분과위원회의 업무는 표 11과같다.

위원회별 업무특성에 맞도록 위원은 원자력 압력기기의 설계, 재료, 제조, 검사 관련자와 펌프, 밸브, 공조기 등 유체기기 제작 및 성능시험 관련자로 선임한다. 위원회 개최는 연2회 지정된 날짜에 개최를 원칙으로 하고 필요시 추가 개최하며, 운영의 효율성을 고려하여 분야별 5명 내외의 소위원회를 운영한다. 편집 및 검토 소위원회는 KEPIC 원자력기계 표준의 발행주기, Bilingual 추진, ISO/IEC Guide 21 준수, 문맥 및 용어의 일관성 등을 검토한다.

3.4 실무연구팀

KEPIC을 산업계에서 7년 이상 적용하여 국내 전문가 활용이 원활하고 위원회 위원등의 인프라가 구축되었으므로 효율적인 인력활용을 위하여 단기간 많은 인력이 KEPIC 초안작성 업무는 산업계의 전문가 집단 또는 연구위원을 활용한다. 신규개발 및 개정 물량이 많고 주기적으로 개정되는 원자력기계(MN), 원전 가동중검사(MI)는 전문기관의 전문가 집단으로 실무연구팀을 구성하고, 개정물량이 많지 않고 간헐적으로 발생하는 공

조기기(MH), 원전기계기기성능검증(MF), 원전가동중시험(MO) 등은 연구위원을 활용한다.

3.5 KEPIC 적용기반 정착 및 활성화

(1) Bilingual 방안

한국형 원전의 동남아 수출, 국내 원전기기중 국제입찰 품목에의 적용 등 KEPIC의 국제 적용에 대비하여 KEPIC 영문판이 필요하며, 이에 대한 방안으로 KEPIC을 국영문(Bilingual)화를 추진함. 소요인력, 제작비용, 저작권, 산업계 수요조사 등을 종합적으로 조사, 검토하고, ASME의 Consolidation Plan의 추진현황도 고려하여 KEPIC 차기 개정판 발행시 시행하도록 추진한다.

(2) SI 단위의 채택

기술표준의 국제화 추세에 따라 ASME도 2004년판부터 SI단위계의 표준을 별도로 발행하고 있으므로, KEPIC도 SI 단위를 채택하되, 사업자, 규제기관, 설계회사 등의 의견을 수렴하여 방향을 확정한 후 시행한다.

(3) 적용활성화

원자력기계 분야 적용기반을 구축하고 기술교류의 활성화를 위하여 주기적인 기술세미나 개최하고, 관련 학회 및 단체의 기술대회에 적극 참여하고 조사 연구 내용을 발표한다. 전력산업계의 적용 활성화를 위하여



KEPIC 적용 실무자를 위한 간담회를 개최하고 교육강사 및 인증심사 등에 참여토록 하여 산업계 전문인력의 자발적인 참여를 유도한다.

산업계의 의견을 수렴하여 KEPIC 원자력기계 전문 교육의 프로그램을 개선하고 정형화하며 신규 교육과정 지속적으로 개발 하는 등, KEPIC 교육의 점진적 확대를 통하여 KEPIC 적용을 위한 인프라를 구축한다.

(4) KEPIC 국제화 추진

KEPIC의 국제적 위상을 수립하고 국제화 조류와 부합하여 경쟁력을 확보할 수 있도록 해외 기술개발동향의 조사 연구와 해외 단체표준개발기관과의 교류를 활성화한다. KEPIC의 참조기준 개발기관인 미국 기계학회(ASME)와 교류협력 증진 및 상설 교류 창구 개설하여 ASME BNCS 및 BPTCS 등 위원회 및 Working Group에 참여 및 의견을 개진하고 기술대회 논문 발표 및 기술교류를 활성화 한다.

국내 전기사업관련 기술체계 및 제도가 유사한 일본의 화력원자력발전기술협회(TENPES), 발전설비기술검사협회(JAPEIC) 등 민간표준기구와의 교류 및 동향 조사도 병행 할 예정이다.

국내표준원전의 동남아 수출 등의 국제화 사업에 기반기술지원을 위하여 KEPIC 기술요건에 대한 영문화가 필요하며, 국영문판(Bilingual)의 발행을 추진한다. 이에 대한 저작권, 산업계 수요조사, 예산 등을 종합적으로 조사, 검토하고, ASME의 Consolidation Plan의 추진현황도 고려하여 KEPIC 차기 개정판 발행시 시행하도록 추진토록 한다.

4. 맺는말

KEPIC은 민간 표준화 단체인 대한전기협회가 발행하는 단체표준으로 주로 원자력 및 화력발전소의 건설

과 운영에 적용하기 위하여 개발되었다. 이러한 KEPIC은 단기간에 질적, 양적으로 성장을 이룬 우리나라 전력산업의 성장 역사가 담겨있다. 또한 KEPIC은 향후의 전력산업 기반조성 사업의 기틀을 다지는 수단으로 전력기술의 발전을 적기에 반영하여야 할 뿐 아니라 전력산업을 둘러싼 다양한 국내.외 환경변화에 적절히 대응하여 최신, 최적의 상태로 유지되어야 한다.

근래에 이르러 표준화와 관련된 중요한 환경변화 중 하나는 WTO/TBT 협정의 발효이다. WTO/TBT 협정은 지리, 환경, 안보적인 영향을 제외하고는 국제표준을 각국의 기술기준, 표준 및 적합성평가 절차의 기초로 삼거나 채택을 함으로써, 제품 및 서비스에 대한 국경 없는 자유무역 시스템을 구축하자는 것이다. KEPIC은 지금까지 주로 미국의 관련표준을 수용하여 왔으나 최근의 환경변화에 부응하여 국제표준을 수용하는 체제로 전환을 하여야 할 시점이다. 그러나 아직까지 원자력기계분야는 국제표준이 존재하지 않으며 향후도 개발될 것으로는 전망되지 않는다. 따라서 앞으로의 상당기간 동안은 ASME Code가 국제표준의 역할을 할 것으로 전망되므로 이것의 동향 파악과 적절한 대응이 가장 현실적인 방안이라고 생각된다.

미국은 1980년대 이후 원자력발전소의 건설이 중지되었으나, 최근 신규 원전 건설의 추진과 더불어 발전소 수명연장에 대한 새로운 개념의 정립을 위하여 연구 및 개발이 활발히 이루어지고 있다. ASME Code의 원자력기계분야도 새로운 개념의 표준 개발에 박차를 가하고 있고, NRC도 ASME를 Endorse하는 작업을 신속히 하도록 시스템을 갖추고 있다. 국내 원자력발전산업은 20여기의 원전이 가동중에 있고, 추가 원전의 건설이 활발히 진행 중에 있으며, 발전소 운전연장을 위한 신 개념의 시험 및 검사기준이 마련되어야 한다. 이와 관련하여 ASME Code가 채택하고 있는 Risk-Informed Inspection & Testing의 기술동향을 이해하고 국내 원자력발전소도 적용하기 위한 대비가 충분히 되어야 한



다. 또한 KEPIC의 개발과 적용에 정부 및 산업계 관련자들이 보여준 관심과 지원을 배경으로 1995년 초판이 발행된 이후 원자력발전소 건설에 적용되면서 제기된 문제점이 개선되었으나, 아직도 제도적으로나 기술적으로 보완하여야 할 점이 많은 것이 사실이다.

이러한 국제적인 변화에 대응하고 KEPIC의 현안사항들을 해결하기 위하여, 국내외 기술세미나에 적극 참여하고 ASME 관련 위원회에도 참여하여 국내 원전에

서 제기된 의견을 제시하는 등 기술교류를 활발히 하여야 한다. 또한 표준 개발에 대한 최신의 기술정보를 사전에 입수하여 산업계의 의견을 수렴하고 KEPIC에 반영함으로써 전력산업계가 적용하는데 불편이 없도록 하여야 할 것이며, KEPIC이 국내 실정에 맞는 실질적이고 현실적인 표준이 될 수 있도록 관련자들의 지속적인 관심과 지원을 기대하는 바이다.

참고문헌

- (1) ASME B&PV Code, Section III & XI, 2001 Edition
- (2) ASME QME-1, 2002 Edition
- (3) ASME OM Code, 2001 Edition
- (4) ASME AG-1, 2003 Edition
- (5) ASME Nuclear Codes and Standards Workshop Supplement, Dec. 16, 2003, AECL
- (6) ASME CBO Agenda Supplement, Meeting of Feb. 17, 2004, Washington D.C.
- (7) ASME BNCS Agenda Supplement, Meeting of Feb. 18, 2004, Washington D.C.
- (8) 김남하 외, "ASME 원자력기계 표준의 동향과 대책", 제11회 원전기기 건설성 심포지엄 논문집, pp.503-515