

전력산업기술기준

KEPIC 가이드

보일러 기술기준

정 무 영

대한전기협회 전력기준처 기준개발실

1. 제정배경

우리 나라는 지금까지 발전소의 건설, 운전에 있어 원자력 안전성 관련 설비뿐 아니라 원자력 비안전성과 화력 설비에 있어서도 대부분 미국, 영국, 독일, 프랑스 등 기술 도입국의 기술기준을 적용하여 왔으며, 발전산업 관련 법규상의 기술기준이나 산업규격이 있어도 기술발전에 따른 제·개정 관리가 미흡하고 기술적, 제도적 관련 요건이 조화되어 있지 못한 상태였기 때문에 적용에 있어 많은 문제점이 있었다.

현재 국내의 보일러 기술기준으로는 KS B 6233(육용 강제보일러의 구조)이 있으나 이것은 JIS B 8201을 모체로 하고 있으며, JIS B 8201은 일본에 국한하여 사용되고 있고 이의 원천기술은 ASME이다.

또한 KS B 6233은 주기적으로 실질적인 검토, 보완작업이 이루어지지 않고 있으며 따라서 발전용 보일러의 설계, 제작, 건설시 KS B 6233을 사용하는 일은 거의 없다.

이에 정부의 기술자립 정책과 산업계의 필요에 의해 전력산업기술기준(KEPIC)을 개발하게 되었고, 그 일환으로 본 발전용 보일러 기술기준(KEPIC-MBB)도 개발하게 되었다.

KEPIC-MBB의 개발 목적은 우리 실정에 맞는 기술기준을 보유하고, 관련 산업계의 기술자립을 촉진하며, 새로운 무역환경에 대비하도록 하는 것이다. 또한 본 기술기준에는 기술적 요건뿐만 아니라 제도적 요건도 포함함으로써 안전성과 신뢰성을 확보하도록 하였다.

2. 제정방향

KEPIC-MBB의 개발은, 오랜 기간 사용을 통해 안전 및 신뢰성이 이미 확인되고 세계적으로 많이 적용되고 있는 국제적인 기술기준을 참조기준으로 정하여, 기술적 내용에 대해서는 가능한 한 그 참조기준에 충실하게 하는 것을 원칙으로 했다. 그 이유로서, 처음 개발되는

KEPIC-MBB에 대해 기술 및 안전에 대한 객관적인 신뢰도를 확보하고, 기존 국제규격에 익숙한 사용자들이 무리 없이 사용할 수 있게 하기 위함이다.

KEPIC-MBB의 구성체계, 용어, 제도, 기타 일반사항은 기 발행된 KEPIC의 타 분야와 유사하게 하여 일관성을 유지토록 하였다(표 1 참조).

〈표 1〉 제도사항의 제정방향

제도관련 항목	제 정 방 향
기술기준 관리 및 운영	◦전기협회를 주제로 함
품질보증요건	◦KS A 9000(ISO 9000) 품질시스템 규격을 준용
공급자 품질시스템 인증제도	◦제3자의 객관적 평가 및 인증제도 채택 -국가에서 인정한 ISO 9000 품질시스템 인증기관이 공급자 품질시스템 인증
공인검사의 적용	◦압력기기의 안전확보를 위한 공인검사 채택
공인검사기관 및 공인검사원 자격인정	◦협회가 공인검사기관을 심사하여 자격인정 ◦공인검사원 자격인정을 위한 교육, 시험, 경력 심사, 자격증발급 등 제반사항을 협회가 주관
용접사 자격인정	◦용접인정 기술기준에 따라 제작자가 자체 프로그램 수립하여 용접사 자격인정 실시
비파괴검사원 자격인정	◦비파괴검사원 자격인정기준에 따라 협회에서 발전용 기기의 비파괴검사를 수행하는 검사원의 자격관리를 주관
Stamping 제도	◦ASME Sec. I 및 Sec. III에서와 같은 Stamping 제도는 적용하지 않음.

3. 참조기술기준

보일러 설계시 세계적으로 많이 사용되고 있는 기술기준의 종류는 ASME Section I, 독일의 TRD, 영국의 BS 1113, 일본의 JIS B 8201, 프랑스의 NF 등이 있으나 이들 중 ASME가 오래 전부터 가장 많이 쓰이고 있으며, 국내에서도 화력발전소의 약 65%가 ASME를 적용하여 왔다.

또한 ASME는 보일러의 유형이나 용량에 관계없이 국내·외적으로 사용률이 더욱 증가하고 있으므로 이것

을 보일러 기술기준 개발에의 주참조기준으로 선정하는데 무리가 없다고 보여진다. 다음은 ASME Sec.I을 주참조 기준으로 선정할 사유이다.

가. KEPIC의 타분야와 일관성 유지

- 1) 재료(MDX), 용접(MQX), 비파괴검사(MEN), 원자력기계(MNX), 압력용기(MGB), 배관(MGE) 등 KEPIC의 대부분이 ASME를 주참조 기준으로 하고 있다.
- 2) 독일규격인 TRD를 적용할 경우 기 개발된 KEPIC의 재료, 용접 등의 기준을 적용할 수 없다.
- 3) 보일러가 DIN 재질인 경우 배관과의 연결부 작업에 어려움이 따른다.

나. KEPIC 개발후 유지, 보완 측면

- 1) ASME : 매년 Addenda 발행, 3년 주기로 New Edition 발행
- 2) TRD : 정기적인 Addenda 및 New Edition 발행이 없음.

다. 사용빈도(범용성) 측면

- 1) 국내·외를 통해 ASME의 사용이 압도적으로 많으며 사용자가 국내·외 공사에 공히 사용할 수 있다.
- 2) 산업용 보일러의 경우에도 ASME를 적용하고 있다.

라. 국내 산업계의 선호도

- 1) 국내 발전설비 제조업체들의 기술제휴선이 대부분 미국 또는 일본으로서 적용하는 기술기준이 ASME이다.
- 2) KS 및 전기사업법 관련 기술기준도 ASME를 기

준으로 정하고 있다.

- 3) 국내 관련분야의 기술개발 및 기술축적이 ASME 위주로 되어 있다.

마. 해외 발전시장에의 사용

- 1) 해외시장 Marketing시 유럽을 제외한 모든 국가들이 ASME 적용을 요구하고 있어 TRD의 활용기회가 거의 없다.
- 2) 세계적인 추세와 발전성을 고려할 때 ASME가 TRD보다 유리하다.

바. 재료 조달측면

TRD에 사용하는 DIN 재료는 ASME/ASTM 재료에 비해 조달이 용이하지 못하다.

4. 구성체계

가. 구성

보일러 기술기준의 구성 및 번호체계는 이미 개발된 KEPIC 타분야와 일관성 있게 ASME Sec.Ⅲ Sub Section NCA "Organization of SectionⅢ"를 참조하여 표 2와 같이 구성하였다.

〈표 2〉 KEPIC-MBB와 ASME CODE와의 비교

KEPIC-MBB	비 고
MBB-1000 (일반요건)	ASME Sec. I, ASME IV NCA
2000 (재료)	" Part PG
3000 (설계)	" "
4000 (제작)	" " , Part PWT
5000 (검사및시험)	" "
7000 (과압방지장치)	" "
8000 (표시 및 보고서)	" "
부 록 A (임의요건)	" "
" B (용어비교)	" "

나. 제외사항

참조기준 ASME Section I은 표 3에서 보는 바와 같이 제작방법 및 보일러 유형에 따라 여러 Part로 나누어 있고, 공통사항은 Part PG에 수록되어 있다. 그러나 MBB는 국내의 발전용 보일러 건조에 적용하기 위한 것이고 그런 보일러들은 모두 용접에 의한 수관식이므로, 연관식 보일러, 전기 보일러, 소형 보일러 등의 유형과 리베팅, 경납땜 등에 의한 제작 방법은 MBB의 개발 범위에서 제외했다.

5. KEPIC-MBB의 내용

가. MBB 1000 일반요건의 주요내용

MBB 1000 일반요건은 본 기술기준 전체에 대한 일반사항을 규정한 것으로 내용은 ASME Section I의 Foreword, Preamble, PG-1,2,3에서 KEPIC에 관련되는 사항을 발췌하였으며 또한 KEPIC의 제도 관련사항으로서 KEPIC 전체적으로 일관성을 유지하기 위하여 일반기계 기술기준의 일반요건을 인용하였다(표 4 참조).

〈표 3〉 일반기계 기술기준의 참조기술기준

Part	제 목	MBB에의 적용
PG	모든 건조방법에 대한 일반요건	포 함
PW	용접 제작보일러의 요건	"
PR	리베팅 제작 보일러의 요건	제 외
PB	경납땜 제작보일러의 요건	"
PWT	수관식 보일러의 요건	포 함
PFT	연관식 보일러의 요건	제 외
PFH	급수기열기의 임의요건	"
PMB	소형 보일러의 요건	"
PEB	전기 보일러의 요건	"
PVG	유기 유체 증발기의 요건	"
Appendix I	기술적 질의사항 준비	"
	Code에 포함된 사항의 해설	
Appendix A	(Code 규정에 별도로 언급이 없는 한 의무요건이 아님)	포 함
-	자료보고서 양식 및 작성지침	"

〈표 4〉 MBB 1000 항목별 참조기술기준

기술기준번호	제 목	참조기술기준	
		ASME	RRC-EV AE
MBB 1000	일반요건		
MBB 1100	일반사항		
MBB 1110	적용 일반사항	ASME Sec. I	
(1)~(8)		forword	
(9)		preamble	
(10)(11)		-	
MBB 1120	적용범위	PG-1, preamble	
MBB 1130	사용한계	PG-2	
MBB 1140	적용상의 특기사항	Preamble	
MBB 1150	참조기술기준	PG-3	
MBB 1160	MBB의 적용	Sec. III NCA 1140	
MBB 1170	조직의 구분과 정의	KS A 9000 (ISO 9000)	
MBB 1180	품목의 구분과 정의	-	
MBB 1300	책임과 의무	ASME III NCA Responsibilities and Duties.	Documerts
MBB 1400	품질보증	ASME III NCA Quality assurance	Equipment Subject to the RRC-EV and levels of the equipment
MBB 1500	공인검사	ASME III NCA Authorized inspection	Quality assurance
MBB 1600	문서	-	Conditions prior to manu facture and inspection
MBB 1800	품질시스템 인증, 명판 및 표시	ASME III NCA Certification of authorization, nameplates, code symbol stamping and data report	
MBB 1900	용어	Glossary	

나. MBB 2000 재료의 주요내용

철강재료와 비철재료는 KEPIC 재료 우선 사용원칙에 따라 ASME 재료규격 대신에 KEPIC-MD(재료기술기준)의 철강재료, 비철금속재료를 적용하도록 했고 KEPIC 재료규격이 제정되어 있지 않은 경우는 그에 해당하는 ASME 재료를 사용하도록 했다.

단, KEPIC 재료의 조달에 어려움이 있을 경우를 대비하여 발전사업자와 공급자가 협의를 통하여 KEPIC 재료와 동등한 것으로 인정되면 그 재료규격의 금속재료를

도 사용할 수 있도록 명시했다(표 5 참조).

〈표 5〉 MBB 2000 항목별 참조기술기준

기술기준번호	기술기준제목	참조기술기준
MBB 2000	재료	ASME Sec. I
MBB 2100	일반사항	PG - 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.1
MBB 2200	허용재료	PG - 6, 7, 8, 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 9, 9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 5
MBB 2300	미허용재료	PG - 10.1, 10.1.1, 10.1.2, 10.2, 10.3
MBB 2400	기타 압력부품	PG - 11, 11.1, 11.2, 11.3
MBB 2500	기타 재료	PG - 12, 13

다. MBB 3000 설계의 주요내용

MBB 3000 설계에는 ASME Sec. I 의 PG, PWT, PW에서 설계에 관한 사항을 모아 수록하였으며, 참조기술기준과의 대조 및 사용자의 편의를 위하여 참조기술기준의 체계를 가능한 한 유지하도록 했다. 파이프 규격은 호칭 치수로서 mm 단위인 DN을 기본적으로 사용했고, 혼란을 피하기 위하여 { } 내에 인치단위 호칭치수인 NPS와 mm 단위의 바깥지름을 병기했다(표 6 참조).

라. MBB 4000 제작의 주요내용

보일러 제작을 용접방법 외에 리베팅이나 경납땜 방법에 의해 시행할 수도 있으나 국내에서 발전용 보일러를 리베팅이나 경납땜으로 제작하는 일은 없으므로 MBB에서는 용접제작방법만을 적용한다. ASME Section I 에서도 리베팅방법에 대한 규정은 더 이상 발행하지 않고 필요시 1971년판을 사용하도록 하고 있다.

그밖의 연관 보일러, 전기 보일러 등에 관한 제작사항도 발전용 보일러에 적용되지 않으므로 제외시켰다.

MBB 4100은 보일러 및 그 부속설비에 대한 제작일반사항을 규정했으며, MBB 4200부터 MBB 4600까지는 같은 설비에 대한 용접제작 관련사항을 규정했다(표 7 참조).

마. MBB 5000 시험 및 검사의 주요내용

ASME Section I 의 PG, PW Part에서 시험 및 검사에 관한 사항을 모아 MBB 5000에 규정했으며, MBB 1500의 공인검사규정과 함께 사용하도록 했다(표 8 참조).

ASME Section I 에서 Authorized Inspector (AI) 는 MBB에서 공인검사원을 뜻하며, 보일러 압력부는 KEPIC의 일반기계 압력용기분야와 마찬가지로, 공인검사원에 의해 검사를 받도록 되어 있다.

〈표 6〉 MBB 3000 항목별 참조기술기준

기술기준번호	기술기준제목	참조기술기준
MBB 3000	설계	ASME Sec. I
MBB 3100	일반사항 및 일반요건	PG-16, 18, 21, 22, 23.1, 25
MBB 3200	원통체와 헤드	PG-27.1, 27.2, 27.2.1 PWT-10.3, PG-27.2.3, 27.3, 27.4, 29, 30, 31.1, 31.2, 31.3, 31.4
MBB 3300	구멍과 보강	PG-32.1, 32.1.3.1, 32.1.3.2, 32.1.4, 32.1.5, 32.2, 32.3, 33.1, 33.2, 34, 35, 36, 37, 38, 39.1, 39.7, 39.2, 39.4, 39.5, 39.6, PWT-11, 11.1, 11.2, 11.3, 9.2, 11.4, PG-42.1, 42.2, 42.3, 42.4, 43.44, 46.47, 48.2, 49 PWT-13, PFT-25.2 PG-52.1, 52.2, 52.3, 52.4, 52.5, 52.6, 53.55
MBB 3400	보일러 외부배관 및 관련기기	PG-58.1, 58.2, 58.3, 59, 59.1.1, 59.1.3, 59.1.2, 59.2, 59.3, 59.4, 59.5, 60, 60.1, 60.2, 60.3, 60.4, 60.5, 60.6, 61
MBB 3500	용접설계	PG-8, 9, 9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 13, 14, 15, 16, 19, PWT-12, PW-10, 11, 11.1, 11.2, 43
MBB 3600	기타설비	PWT-14, 15

〈표 7〉 MBB 4000 항목별 참조기술기준

기술기준번호	기술기준제목	참조기술기준
MBB 4000	제작	ASME Sec. I
MBB 4100	일반사항	PG-75, 76, 77, 78, 79, 80.1, 80.2, 81, 82
MBB 4200	용접인정	PW-1.3, 27, 1.2, 28.1, 28.4, 28.2, 28.5, 28.6
MBB 4300	용접제작 일반사항	PW-29, 31, 33, 34, 35, 36
MBB 4400	파이프, 튜브, 헤더의 원주용접	PW-41.1, 41.2, 41.5, 41.3, 41.4, 41.6, 42
MBB 4500	열처리	PW-38, 39
MBB 4600	용접결합의 보수	PW-40

〈표 8〉 MBB 5000 항목별 참조기술기준

기술기준번호	기술기준제목	참조기술기준
MBB 5000	시험 및 검사	ASME Sec. I
MBB 5100	일반사항	PG-90.1, 90.3, PW-46
MBB 5200	공인검사원	PG-91, 90.1.1~90.1.15
MBB 5300	용접작업 관련 확인	PW-47, 48, 49
MBB 5400	비파괴검사	PW-51,52
MBB 5500	시험판	PW-53.1, 53.2, 53.3~53.6, 53.7, 53.8.1, 53.8.2, 53.8.3, 53.8.4, 53.8.5, 53.9, 53.10
MBB 5600	수압시험	PG-99, PW-54.1, 54.2, 54.3 PG-99.1~99.4
MBB 5700	수압변경시험	PG-1000

바. MBB 7000 과압방지장치의 주요내용

ASME Sec. I 의 PG Part에서 과압방지장치 관련사항을 모아 MBB 7000에 규정했다(표 9 참조).

발전용으로 사용되는 과압방지에 관련된 압력방출밸브 등은 현재 국내에서 제작되지 않고, 또한 압력방출장치의 설계요건, 조립, 검사 및 인증 등에 관해서 ASME Code Section. I 에서 규정하고 있는 역무를 대행할 기관이나

〈표 9〉 MBB 7000 항목별 참조기술기준

기술기준번호	기술기준제목	참조기술기준
MBB 7000	과압방지장치	ASME Sec. I
MBB 7100	보일러 안전밸브의 요건	PG-67.1, 67.2, 67.3, 67.4, 67.4.1, 67.4.2~67.4.5, 67.5~67.7
MBB 7200	과열기와 재열기 안전밸브의 요건	PG-68
MBB 7300	안전밸브, 안전방출밸브의 용량 및 용량인증	PG-70.1, 69.1, 69.2, 69.2.1, 69.2.2, 69.2.3, 69.3~69.6
MBB 7400	설치	PG-71
MBB 7500	작동	PG-72.1, 72.2, 72.3, 72.4
MBB 7600	안전밸브와 안전방출밸브의 최소요건	PG-73.1, 73.2, 73.4, 73.5, 73.6

인력도 현재 국내에 없기 때문에 ASME, ASME 지정 기관(ASME Designee), 공인참관원(Authorized Observers), 코드심볼, 허가 등에 관한 제도적인 사항은 그대로 인용하기로 하였다. 다만, 차후에 협회에서 이와 같은 기능을 제도적으로 담당하거나 유입할 수 있도록 ASME를 “전기협회(또는 ASME)”로 작성하였다.

사. MBB 8000 표시 및 보고서의 주요내용

MBB 8000은 ASME Section. I 의 PG-101부터 PG-113을 참조하여 제정하였으며, Stamp 제도는 KEPIC의 일반기계 압력용기분야와 마찬가지로 채택하지 않았다. MBB 8300에는 자료보고서에 대해 규정했으며 사용양식 및 작성지침을 부록 X에 수록하였다(표 10 참조).

〈표 10〉 MBB 8600 항목별 참조기술기준

기술기준번호	기술기준제목	참조기술기준
MBB 8000	표시 및 보고서	ASME Sec. I
MBB 8100	일반사항	PG-104.1, 104.2
MBB 8200	책임 및 표시에 관한 요건	PG-101, 111, 106.1~106.3, 106.4.1., 106.4.2, 106.5~106.6, 106.12, 107, 107.1, 107.2, 108, 109, 110
MBB 8300	자료보고서	PG-112.1, 112.2, 112.4, 112.3, 112.5, 113

아. 부록의 주요내용

ASME Section I 의 Appendix를 참조하여 MBB 부록을 작성하였으며, 이것들은 MBB 본문에 특별히 언급되지 않는 한 임의요건으로서 MBB 규정 내용을 해설하는 것이다.

부록 E에는 MBB에서 사용한 용어를 원문과 함께 비교하여 놓음으로써 MBB에서 용어 사용의 일관성을 유지하고 사용자의 편의를 도모토록 했으며, 사용 용어에 대한 혼란을 막고 필요시 제정을 용이하게 할 수 있도록

〈표 11〉 항목별 참조기술기준

기술기준번호	기술기준제목	참조기술기준	기술기준번호	기술기준제목	참조기술기준
부록 A	최대허용 사용압력 결정을 위한 입증시험	ASME Sec. I 부록	부록 G	연소시킬 수 있는 최대연료량 측정에 의한 안전밸브의 용량 계산	
A 1000	적용범위	A-22.1			
A 2000	시험	A-22.2.1~22.2.3	G 1000	연소시킬 수 있는 연료량에 의해 발생하는 증기량 계산	A-12
A 3000	압력과 강도	A-22.3.1, 22.3.2, 22.4, 22.5			
A 4000	시험절차	A-22.6.1~22.6.3	G 2000	계산 예	A-13~16
A 5000	기타요건	A-22.7~22.10	G 3000	연료별 발열량	A-17
A 6000	시험계기	A-22.1139	부록 H	안전밸브 및 안전방출밸브의 용량 인증을 위한 시험소와 공인참관원의 승인	A-310
부록 B	두꺼운 동체에 대한 최대허용사용압력	A-125			
부록 C	용기 동체의 구멍들에 대한 보강계산 예		H 1000	적용범위	A-311
C 1000	나사연결관	A-65	H 2000	시험설비 및 감독	A-312
C 2000	나사있는 단조강퍼팅	A-66	H 3000	시험설비의 승인	A-313
C 3000	스터드볼이 출사연결재	A-67	H 4000	시험소의 품질관리시스템	A-314
C 4000	파이프 연결관	A-68	H 5000	시험절차	A-315
C 5000	다수노즐	A-69	H 6000	공인참관원	A-316
부록 D	튜브 구조부착물의 허용하중 계산 예		부록 I	예열	A-100
D 1000	튜브 반지름 방향의 하중이 걸리는 경우	A-71	I 1000	일반사항	A-100.1~100.3
D 2000	하중이 용접부착물 중심에서 벗어난 곳에 걸리는 경우	A-72	I 2000	최소예열온도	A-100.4
			부록 J	원형지시	A-250
D 3000	편심하중이 걸리는 경우	A-73, 73.1, 73.2	J 1000	적용범위	A-250.1
D 4000	수직하중과 편심하중이 걸리는 경우	A-74	J 2000	용어	A-250.2
			J 3000	합격기준	A-250.3
			부록 K	자동수면계	A-18
부록 E	브레이크 및 스테어로 지지하는 면	A-8	부록 L	가용플러그	
부록 F	발전용 보일러용 안전밸브		L 1000	가용금속	A-19
			L 2000	가용플러그	A-20, 21
F 1000	전열면적을 기준한 증기발생량 미계산	A-44	부록 M	플랜지 및 밸브	
			M 1000	플랜지와 밸브의 최대허용사용압력	Table A-361
F 2000	전열면적을 기준한 증기발생량의 계산	A-45	M 2000	플랜지 끝면	Fig. A-9
F 3000	안전밸브의 용량계산	A-46	부록 X	자료보고서 양식과 작성지침	
F 4000	안전밸브의 추가 설치	A-48	X 1000	자료보고서 양식	A-350
F 5000	수압시험중의 안전밸브	A-63.2	X 2000	작성지침	A-350
F 6000	기존 보일러의 수리	A-64	X 3000	자료보고서 양식의 선정	A-350
			부록 Y	참조기술기준	A-360

했다(표 11 참조).

6. 향후 해결과제

MBB에서 사용하는 재료 중 KEPIC 재료 규격으로

미처 개발하지 못한 것들에 대한 재료기준의 추가 제정과, 공인검사 시행에 관련된 제도적인 사항의 준비, 그리고 산업계의 필요사항에 부응하고 새로운 기술을 반영하기 위한 계속적인 보완이 요망된다.