

KEPIC 가이드

일반기계(MG) (하)

김 안 섭

대한전기협회 전력기준처 기준개발실 부장

5. 배 관(MGE)

가. 제정배경

국내원전 2차 계통 및 화력발전소 배관 기술기준은 지금까지 ASME B 31.1(Power Piping)을 적용한 것으로 나타났고, 이와 연관성을 갖는 ANSI 'B' 계열 및 MSS-SP 계열 등이 각 특성에 맞게 적용되어 왔다.

우리 나라는 ASME B 31.1과 같이 배관의 재료, 설계, 제작, 시험 및 검사에 관한 체계적인 기술기준이 없고, ANSI "B" 계열에 속하는 부품(플랜지, 이음쇠, 볼트, 너트 등) 기준은 KS 규격에 언급되어 있으나 국내발전소에 적용된 사례가 거의 전무한 실정이다.

따라서 이 배관 기술기준은 ASME B 31.1의 기술적 사항을 참조로 하여 ASME B 31.1이 포함하는 다양한 플랜트 중에서 전기사업용 발전소를 대상으로 작성하였다.

나. 제정방향

배관 기술기준은 ASME B 31.1을 주참조기준으로 하여 다음과 같이 제정하였다.

- 주참조기준의 기술적 사항을 참조하고, 제도적 사항

은 국내 여건을 감안하여 작성했으며, 구성체계는 일반기계 기술기준에 따라 일관성 있게 작성

- 철강재료 및 비철금속 재료와 관련한 사항은 전력산업기술기준의 재료 기술기준(KEPIC-MD)를 기본으로 하되 다양한 재료의 배관에 적용이 용이하도록 ASME & ASTM의 철강재료 및 비철금속재료를 병용
 - 배관재료 및 치수와 관련된 배관 Data의 기준은 ASME(ANSI) 기준으로 작성
 - 단위는 SI 단위를 원칙으로 하고 ft-lb 단위를 병기하여 SI로 작성
- 다만, 압력단위는 SI(ft-lb MKS)로 작성

다. 기술기준 적용범위

ASME B 31.1의 적용대상은 발전용플랜트, 산업용플랜트, 중앙지역 난방플랜트 등 광범위하게 사용되고 있으나 이 배관 기술기준은 원자력발전소 2차 계통 및 화력발전소용 배관 즉 전기사업용 발전소 배관에 국한하여 적용하였다.

따라서 ASME B 31.1 100.1.2(B)은 제외되었고 배관 기술기준의 적용을 받지 않은 사항 중에서 ASME B

〈표 10〉 배관 구성체계

기준단위	분 류	제 목
1000 (일반사항)	1100	적용범위
	1200	용어의 정의
2000 (재료)	2100	일반사항
	2200	강
	2300	기타재료
	2400	치수요건
3000 (설계)	3100	일반사항
	3200	배관부품의 압력설계
	3300	배관부품의 선택 및 사용 제한
	3400	배관이음의 선택 및 사용 제한
	3500	팽창 및 신축성
	3600	특별배관계통의 설계요건
4000 (제작 및 설치)	4100	용접
	4200	굽힘 및 성형
	4300	관지지를 제작 및 부착에 대한 요건
	4400	용접예열
	4500	용접 후열처리
	4600	각인
	4700	조립
	4800	경납땜
5000 (비파괴 검사)	5100	일반사항
	5200	용접부의 비파괴 검사방법
6000 (압력시험)	6100	일반사항
	6200	시험의 준비
	6300	특정배관계통의 요건
	6400	수압시험
	6500	기압시험
	6600	질량분석 및 할로겐시험
	6700	초기 운전시험
	6800	보수 또는 추가 부가를 설치후의 재시험

31.1 100.1.3(F), (L), (J), (K) 등과 같이 배관 기술기준과 관련 없는 사항 또한 제외시켰다.

용어는 보일러 외부배관(boiler external piping) 및 비보일러 외부배관(nonboiler external piping)으로 정의하였다.

라. 구성체계

배관 기술기준 내용은 일반사항, 재료, 설계, 제작 및 설치, 비파괴검사, 압력시험, 표시로 관련요건을 구성하였으며 기본항목은 표 10과 같다.

6. 펌 프(MGF)

가. 제정배경

국내 원자력발전소 2차 계통 및 화력발전용 원심펌프에서는 HI STD(Hydraulic Institute Standards)가 공통적으로 적용기술기준으로 되어 있으나 HI STD가 펌프의 설계, 제작은 규정하고 있지 않으므로 펌프의 설계, 제작에 대하여는 제작자 표준에 따르는 것이 관례이다.

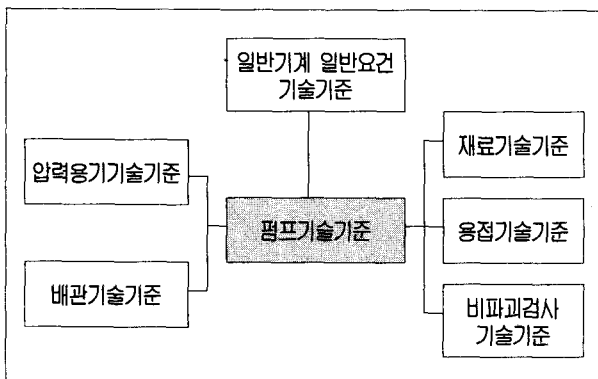
따라서 이 펌프 기술기준에서는 HI STD를 주참조기준으로 하고 일부 KS 기준을 보완 적용하고, 펌프의 건전성 유지 및 표준화 관점에서 제작자 고유의 기술사항은 제외하고 계통설계 관점에서 요구되는 펌프 설계 및 제작요건과 KS, HI STD에서 규정하고 있는 펌프 시험요건을 국내 실정에 맞도록 제정하였다.

나. 제정방향

- 적용범위는 원자력발전소 2차 계통 및 화력발전용 원심펌프로 하며, 펌프와는 별도의 부품이더라도 펌프가 제기능을 갖게 하기 위하여 필요한 펌프 지지구조물 및 축이음 등은 펌프의 범위에 포함시켜 펌프의 건전성과 연관되는 요건을 제정
- KS에서 규정하고 있는 내용에 대하여는 KS를 반영하며, KS에서 규정하고 있지 않는 내용에 대하여는 그 외 기타 참조기술기준을 반영
그러나 KS에서 규정하고 있는 내용 중 현재 국내 원

자력 및 화력발전의 펌프기술시방서에서 다르게 기술되어 있는 사항에 대하여는 펌프기술시방서 내용을 반영하는 것을 원칙으로 함.

- 용어의 제정은 KS 0061에 정의되어 있는 용어를 최대한 수용하는 것을 원칙으로 하며 KS B 0061에 규정되어 있지 않는 용어에 대해서는 기계용어집(대한기계학회, 1992)을 참조하여 제정
- 재료규격은 ASTM과 이를 보완하여 제정하는 재료 기준 'KEPIC-MD'에서 제정 완료한 재료에 한해 'KEPIC-MD' 규격번호를 병기하여 추후 재료 기준 기준에서 재료기준 대상범위를 확대할 경우 이들 재료를 펌프기술기준에 반영하는 것을 고려
- 비파괴검사요건에 대하여는 이 기술기준의 비파괴검사기술기준 KEPIC-MEN 준수
- 사용단위는 참조기준 HI STD의 ft-lb 단위를 SI 및 MKS 단위로 환산하여 병기한다. 단, 인용기준이 KS 인 경우에는 그대로 KS 단위를 준용
- 참조기술기준의 ft-lb 단위계로 이루어진 수치 및 수식을 SI 단위계로 변환시 단위환산계수는 KS A 0021-KS A 0059 준수
- 펌프 기술기준과 관련되는 타기술기준은 그림 4와 같다.



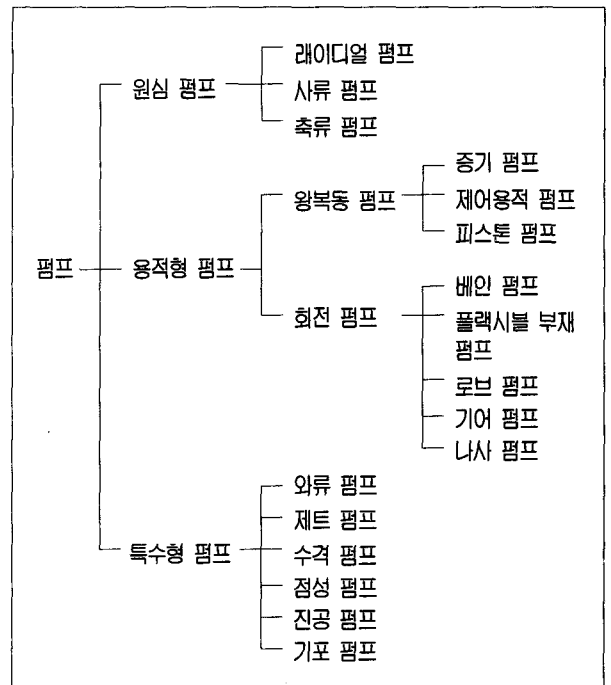
〈그림 4〉 펌프 기술기준과 타기술기준의 관계도

다. 기술기준 적용범위

현재 일반산업 및 발전산업 분야에서 광범위한 용도로 펌프가 이용되고 있으며, 그 용도에 따라 펌프의 종류 및 특성도 다양하다.

펌프의 분류체계는 참고서적마다 조금씩 다르지만 일반적으로 분류하면 그림 5와 같다. 그림 5에서 나타난 것과 같이 펌프의 종류는 다양하며 그 각각은 외형, 설계, 사용재료, 시험 및 운전 등의 제반 특성이 다르다.

따라서 전 펌프에 적용할 수 있는 기술기준을 제정하는 것은 불가능하다고 판단되며, 또한 참조하고 있는 각국의 기술기준에서도 펌프 종류별로 기술기준의 체계를 이루고 있다. 펌프 기술기준의 제정방향이 발전산업분야에 적용하는 기술기준을 제정하는 취지에 따라 발전산업분야에서 이용되고 있는 펌프의 종류를 조사한 바, 95% 이상이 원심펌프이며, 그외 한정된 범위에서 회전펌프, 왕복



〈그림 5〉 펌프의 분류

동펌프 및 특수펌프의 일종인 진공펌프가 이용됨을 알 수 있었다.

따라서 펌프 기술기준에서 제정대상으로 하는 펌프의 범위는 가장 광범위하게 이용되고 있는 원심펌프에 국한시켜 제정한다.

터보형 펌프의 분류방법으로 레이디얼펌프, 사류펌프 및 축류펌프로 세분하여 구분하는 체계도 사용되고 있지만 펌프 기술기준에서 원심펌프라 함은 시류펌프 및 축류펌프를 포함하는 광의의 원심펌프를 의미한다.

라. 참조기술기준

펌프 기술기준 제정에 필요한 참조기술기준을 선정하기 위하여 각종 참조기술기준들을 비교, 검토한 결과 Code 형식(펌프설계요건, 제작요건 등)에 따라 체계를 갖춘 참조기술기준이 없고, 각 참조기술기준들은 각각 특한 형식 및 체계에 의한 독자적인 특징을 갖고 있었다. 따라서 펌프 기술기준에서는 하나의 참조기술기준을 주 참조기술기준으로 채택하는 것을 피하고 가장 널리 통용되고 있는 HI STD를 주참조기술기준으로 하여 제정하고 일부 KS 기준을 보완한다.

펌프 제작요건에 관한 규정을 갖춘 참조기술기준이 없기 때문에 제작에 대하여는 KS B 6318, KS B 7501 및 KS B 7505에서 규정하고 있는 펌프 형식별에 대한 제반 규정 중 제작관련 규정을 발췌하여 제정한다.

시험 및 검사는 KS의 내용을 최대한 반영하며, HI STANDARD의 내용을 보완하여 제정한다.

마. 구성체계

펌프 기술기준 내용은 일반사항, 재료, 설계, 제작 및 설치, 시험 및 검사로 관련요건을 구성하였으며 기본항목은 표 11과 같다.

〈표 11〉 펌프 구성체계

기준단위	분 류	제 목
1000 (일반사항)	1100	적용범위
	1200	용어의 정의
	1300	불일치요건
	1400	책임
	1500	용어의 정의
	1600	부품의 명칭 및 펌프치수의 호칭
2000(재료)	2100	일반사항
3000 (설계)	3100	일반사항
	3200	케이싱
	3300	설계 적용
4000 (제작 및 설치)	4100	용접
	4200	굽힘 및 성형
	4300	관지지물 제작 및 부착에 대한 요건
	4400	용접예열
	4500	용접 후열처리
5000 (비파괴 검사)	5100	일반사항
	5200	용접부의 비파괴검사방법
	5300	시험
8000(표시)	6100	명판 및 회전확살표

7. 밸브(MGG)

가. 제정배경

국내원전 2차축 및 화력발전용 밸브류의 건조 기술기준을 살펴보면 미국규격은 ANSI B 31.1, ASME B 16.34, ANSI B 계열 및 MSS-SP가 적용되었고 프랑스 기준인 RRC-EV(GE)가 적용되었으며 또한 밸브 제조자 및 구매자의 독자적인 사내기준에 의하는 등 각종의 규격 및 기준이 혼용되어 사용상의 어려움을 초래하였다.

이러한 어려움을 해소하고 체계화함으로써 제조 및 사용하는 데 있어 품질의 통일, 호환성, 납기의 단축, 다량생산, 품질 및 신뢰성의 향상을 기대할 수 있다.

따라서 구매자 및 제조자의 입장에서 여러 손실 또는 모

순을 해소시키기 위한 발전 전용 밸브 기준을 제정하였다.

〈표 12〉 밸브 구성체계

나. 제정방향

밸브의 기술기준 작성은 그동안 국내에서 가장 많이 적용되어 왔던 ASME B 16.34 'Valve-Flanged, Threaded and Welding End'를 주참조기준으로 선정하였으며, ASME B 16.34는 산업용 전반에 걸쳐 사용되는 밸브에 대해서 규정하고 있기 때문에 발전용으로 그 범위를 한정하고, 몇몇 구성체계를 제외하고는 ASME B 16.34를 적용하였다.

다. 기술기준 적용범위

발전용 밸브는 각종의 주체(용통)재료와 각종의 구조에 의하여 구성되고 있으나 이 기술기준에서는 일반적으로 사용되는 주, 단강품 밸브를 제정대상으로 하였으며 또한 관과의 접속형식은 주, 단강품 밸브의 대다수에 사용되는 플랜지형 및 용접형 밸브를 제정범위로 하였다.

또한 압력정격등급 400은 ASME B 16.34에 규정되어 있으나 사용실적이 극히 미약하므로 표준화 측면에서 삭제하였다.

적용범위는 ASME B 16.34의 범위를 모태로 작성하였으며, 사용자의 편의를 도모하기 위하여 용어의 정의를 신설하였다. Threaded 형은 그 적용성의 한계와 사용빈도가 극히 적으므로 이 기술기준의 범위에서 제외하였다. 따라서 어떤 발전소에 특수용도에 따라서 즉 이러한 Type을 사용하여야 할 경우에는 ASME B 16.34 요건을 그대로 적용해야 될 것이다.

ASME B 16.34 Annex H에 나열된 Standards and Specifications에서 KEPIC-MG에 관련된 사항과 조화를 이루도록 하기 위하여 우리의 기술기준으로 대체 가능한 것은 가능한 바꾸고, 우리의 것이 없는 것은 ANSI의 예를 그대로 따른다.

기준단위	분 류	제 목
1000 (일반사항)	1100	적용범위
	1200	용어의 정의
2000 (재료)	2100	일반사항
	2200	재료선정
	2300	전기적 연속성
	2400	플랜지 제거
3000 (설계)	3100	압력온도정격
	3200	호칭 지름
	3300	치수
	3400	설치한계
5000 (비파괴 검사)	5100	일반사항
	5200	방사선투과시험(주조품)
	5300	초음파 탐상검사(주조품)
	5400	표면검사
	5500	단조품, 각봉, 판 및 튜브에 대한 검사
	5600	결함제거 및 보안
6000 (압력시험)	6100	일반사항
	6200	밸브 내압시험
	6300	누설감지장치
	6400	표면보호
8000 (표시)	8100	일반사항
	8200	식별표시
	8300	명판
	8400	지정 및 일치

라. 구성체계

밸브 기술기준 내용은 일반사항, 재료, 설계, 비파괴검사, 압력시험 표시로 관련요건을 구성하였으며 기본항목은 표 12와 같다.

8. 복수기(MGH)

가. 제정배경

복수기 기술기준에는 미국 기준인 'HEI for Steam

Surface Condensers'와 프랑스 기준인 'RRC-EV CE-Condenser and Associated Devices' 등이 있으며, 이를 검토한 결과 프랑스 기준인 RRC-EV는 참조 기술기준으로 선정하기에는 미흡한 점이 많으며 미국 기준인 HEI는 현재 전세계적으로 적용되고 있을 뿐만 아니라 내용도 충실함을 알 수 있었다.

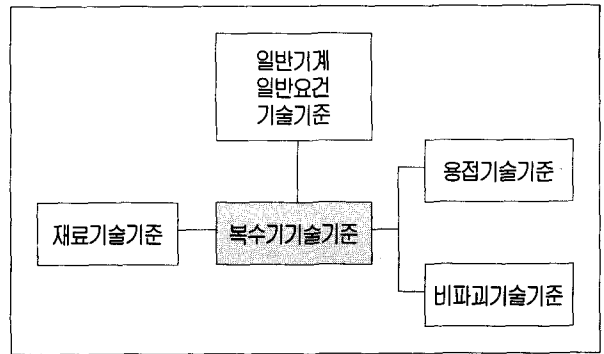
한편 국내 규격인 KS에서는 복수기 관련규정이 존재하지 않는다. 따라서 복수기 기술기준(KEPIC-MGH)에서는 HEI 304 'Stds for Steam Surface Condensers'을 참조기준으로 하여 국내 제반 제도적인 사항과 단위, 구성체계 및 국내 실정을 반영하여 제정하였다.

나. 제정방향

- 용어는 KS B 6230 '다관 원통형 열교환기'의 용어중 복수기에 적용 가능한 용어를 선택하여 적용하고 기타 용어는 한전 용어집 및 기계용어집(대한기계학회, 1995)의 용어를 적용
- 단위는 HEI의 ft-lb 단위를 SI 단위 및 MKS로 환산하여 추가 적용하고 튜브 치수에 대하여는 HEI의 바깥지름을 mm로 환산하여 호칭지름으로 하고 HEI에서 BWG로 나타낸 튜브두께는 mm로 환산하여 소수점 셋째자리에서 반올림하여 제정
단, 현재 산업계에서 BWG를 사용하고 있으므로 BWG를 병기하여 작성
- 재료규격은 ASTM과 이를 보완하여 제정하는 본 기술기준의 재료기준 'KEPIC-MDF'에서 제정 완료한 재료에 한해 'KEPIC-MDF' 규격번호를 병기하여 반영하고 추후 재료기술기준에서 재료기준 대상범위를 확대할 경우 이들 재료를 복수기 기술기준에 반영하는 것을 고려
- 참조기술기준의 ft-lb 단위계로 이루어진 수치 및 수식을 위 단위계로 변환시 단위 환산계수는 KS A

0021~KS A 0059 준수

- 복수기 기술기준에 있어 주요참조기준은 HEI 304 'Stds for Steam Surface Condensers'를 적용
- 복수기 기술기준과 관련되는 기술기준은 그림 6과 같다.



〈그림 6〉 복수기 기술기준과 타기술기준의 관계도

다. 기술기준의 적용범위

복수기를 형식별로 분류하면 표면복수기(Surface Condenser)와 직접 접촉식(direct contact type) 복수기로 크게 둘로 분류할 수 있으며 사용상태에 따라 분류하면 터빈에 부착되어 터빈배출증기를 응축시키는 것과 엔진에 부착되어 증기를 응축시키는 것으로 구분할 수 있다. 본 기술기준의 제정목적이 발전산업분야에 적용하는 기준을 제정하는 것이므로 현재 발전산업에서 이용되고 있는 터빈에 부착되어 복수기 튜브내로 순환수가 통과하면서 터빈 배출 증기를 응축시키는 표면 복수기로 범위를 정한다.

라. 구성체계

복수기 기술기준 내용은 일반사항, 재료, 설계, 제작 및 용접검사 및 품질로 관련요건을 구성하였으며 기본항목은 표 13과 같다.

〈표 13〉 복수기 구성체계

기준단위	분 류	제 목
1000 (일반사항)	1100	적용범위
	1200	책임
	1300	품질보증
	1400	용어의 정의
	1500	복수기 명칭
	1600	기호
2000(재료)	2100	일반사항
	3100	일반사항
3000 (설계)	3200	설계요건
	3300	동체설계
	3400	지지판 설계 절차
	3500	수실두께 설치지침
	3600	플랜지 및 볼트의 설계
	3700	관판 설계
	3800	복수기 성능
4000 (제작 및 용접)	4100	표면처리요건
	4200	복수기 튜브 끝단
	4300	관판 및 지지판 구멍의 기준
	4400	용접
5000 (시험 및 검사)	5100	용접검사 및 품질기준
	5200	수입시험

9. 급수가열기(MGI)

가. 제정배경

급수가열기는 원자력 및 화력발전소의 급수 및 복수가열 계통에 필수적인 기기로서 열을 교환한다는 광의의 의미에서 열교환기에 포함되나 발전소 계통에서 차지하는 중요도나 가열기 내에서 유체가 상변화하는 기능, 기기 구조 및 사용조건(고온·고압) 등을 고려할 때 열교환기 기술기준과 분리시켜 별도 기준을 제정하는 것이 바람직하다.

따라서 원자력 및 화력발전소의 급수가열기의 기술기

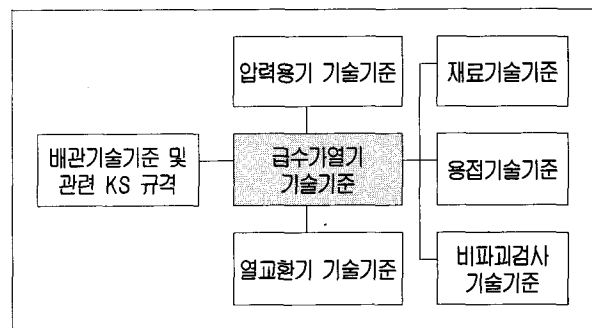
준으로서 주로 적용된 HEI '밀폐형 급수가열기'를 참조하여 제정하였다.

나. 제정방향

국내 원전 및 화력발전소의 급수가열기에 적용된 기술기준을 조사한 결과 급수가열기용으로 특별히 개발된 HEI '밀폐형 급수가열기'가 주로 적용되었고, 열교환기의 국내공업규격인 KS B 6230은 적용되지 않았다.

따라서 발전소 급수계통에 적용된 기술기준을 국내 실정에 맞도록 급수가열기 기술기준을 다음과 같이 제정하였다.

- 급수가열기 기술기준의 구성체계는 ASME Section III, Div.1, Subsection ND의 체계에 따랐다.
- HEI는 각 부품의 최소두께만 규정되어 있고, 동체나 경판의 두께 계산과 같은 설계나 제작에 관한 사항은 ASME Section VIII에 따르게 되어 있으므로 그림 7과 같이 압력용기 기술기준과 같이 사용하도록 하였으며, 주로 급수가열기의 형식, 급수가열기의 특성인 성능이나 튜브의 설계 및 부착, 진동 등 급수가열기에 관련된 부분을 중점 규정하였다.
- 참조기술기준은 HEI 309 'Closed Feedwater Heaters'와 국내 산업여건을 반영한다는 의미에서 한



〈그림 7〉 급수가열기 기술기준과 타기술기준의 관계도

〈표 14〉 급수가열기의 참조기술기준 내용

참조기술기준	내 용	비 고
HEI Standard 'Closed Feedwater Heater'(1992)	-Definitions, feedwater heater performance, Mechanical design standards, Material design standards, Design and specification of replacement heaters/bundles, feedwater heater protection, Installations, Channel types, Typical feedwater heater internal arrangements -Appendix A to C	
KS B 6230 '다관 원통형 열교환기'	-총칙, 재료, 구조, 시험, 제품의 호칭방법 표시 -열교환기 취급의 주의사항, 열교환기의 관판 계산에 사용하는 관 및 관판의 받치는 방법에 따른 계수와 관판의 계산두께 -관련 KS 규격의 목록	일반공업용, 화학공업용 제외

〈표 15〉 급수가열기 구성체계

기준단위	분 류	제 목
1000 (일반사항)	1100	일반사항
	1200	급수가열기의 형태 및 내부배치
2000 (재료)	2100	일반사항
	2200	재료의 규격
	2300	재료시험
3000 (설계)	3100	일반사항
	3200	성능
	3400	기계적 성질
4000 (제작 및 설치)	4100	일반사항
	4200	제작
	4300	급수가열기의 설치
	4400	교체, 유지 및 보수
	4500	청결 및 부식보호
5000 (비파괴 검사)	5100	일반사항
	5200	용접검사
6000 (압력시험)	6100	일반사항
	6200	시험목적
	6300	수압시험
	6400	기계누설검사
7000 (과압방지 장치)	7100	일반사항
	7200	안전밸브
8000 (표시 및 보고서)	8100	일반사항
	8200	명판
	8300	자료보고서

국산업규격(KS B 6230)을 일부 참조하여 제정하였다.

- 용접재료 및 부품재료는 ASTM, ASME의 재료 대신에 KEPIC-MB '재료기술기준'의 재료를 사용하는 것을 원칙으로 하였다.
- 단위는 SI 단위와 MKS를 병기하였다.

다. 기술기준 적용범위

기술기준 제정대상 급수가열기는 발전소의 복수계통과 급수계통에 사용되는 밀폐형 급수가열기(Closed Feedwater Heaters)로 하고 튜브와 셸로 구성되는 급수가열기를 그 적용범위로 하였다.

라. 참조기술기준 및 내용

(표 14 참조)

마. 구성체계

급수가열기 기술기준 내용은 일반사항, 재료, 설계, 제작 및 설치, 비파괴검사, 압력시험, 고압방지장치, 표시 및 보고서로 관련요건을 구성하였으며 기본항목은 표 15와 같다. **㉠**