

원전의 일반기계기기 기술기준 개발방향

정 현 섭

Code and Standard Development for Equipment in Nuclear Power Plant and Fossil Power Plant

Hyon-Sub Chung



- 정현섭(한국전력기술(주) 기술기준 표준화사업부)
- 1954년생.
- 발전소의 성능 및 수명연장에 관심을 가지고 있다.

1. 머리말

발전형태의 변화추세를 보면 선진국의 경우 1940년대까지는 수력발전, 1950년대까지는 화력발전기술의 개발이 정립된 바탕 위에 고온고압화, 대형화되어가고 있는 시점에 1956년 영국의 폴더홀 원자력발전소가 최초의 동력로서 실험운전을 한 후 1970년대에 들어서면서 상업용 원자로 건설이 본격화되는 등 단계적인 기술개발로 원자력발전소에 대한 자체기술기준의 정립이 비교적 용이하였다. 우리나라의 경우 1970년대에 들면서 경제성장에 따른 전력수요에 충족하기 위하여 수력, 화력, 원자력발전소의 건설이 거의 동시에 본격화되어 일정한 체계와 계획을 수립하여 시행할 여유가 없이 건설에만 총력을 기울여 자체 기술기준의 개발 및 정립보다는 설비 공급국의 제반 규정을 인정하고 따를 수 밖에 없었다.

그러나 1990년대에 이른 지금 그간의 국력 신장, 그리고 과학과 산업기술의 발전에 힘

입어 화력 및 원자력발전소를 우리의 힘으로 설계, 건설, 운전할 수 있는 단계로 끌어올리기 위한 일환으로 화력 및 원자력발전소의 표준 모델을 선정하여 설계기술을 개발, 또는 개발중에 있으며 이때 모델로 선정된 것이 화력발전소는 500MWe, 증기온도 541°C, 증기압력 255kg/cm²(보일러 기준 증기조건) 초임계압관류형으로 변압운전이 가능한 것이며, 원자력발전소는 개념설계에 대한 기초연구, 설계개선 방안연구, 표준원전 설계요건 및 표준 안전성분석 보고서 작성 등의 사업을 수행하는 등 발전소의 계통 설계분야는 어느 정도 자립단계 내지는 표준화를 위한 기반을 구축한 단계에 접어든 것으로 생각되나 각 단위 기기는 외국의 기술기준을 적용하여 설계, 제작하고 있는 실정이다. 따라서 이러한 상황을 극복하고 실질적인 기술자립을 이루기 위해서 1992년부터 국내 실정에 맞는 산업기술기준을 개발 중에 있으며 그중 일반기계기기과 이와 공통적으로 적용되는 기술기준인 재료, 비파괴검사, 용접 기술기준의 개발방향에 대하여 기술코자 한다.

2. 제정범위 및 주 참조 기술기준

2.1 기술기준제정 기기범위

(1) 기술기준 대상 원자로 형식

원자로형식에는 PWR(가압 경수로형), PHWR(가압 중수로형), BWR(비등형 경수로형) 등이 있으며 본 기술기준 개발대상 원자로 형식은 다음과 같다.

1) 우리나라 원자력발전소의 원자로 형식별 운전 및 건설 현황

1993년 7월 현재 우리나라의 원자력발전소는 운전되고 있는 것이 9기이고 건설중인 것이 7기로 총 16기로서 표 1과 같이 이중 대부분이 PWR이다.

2) 표준원전 설계모델

국내 원자력발전소 건설에 관한 기술자립을 위하여 PWR(가압 경수로형)인 영광 3, 4호기를 설계기술 표준모델로 정하였다.

3) 기술기준 대상 원자로 형식

기술기준 대상 원자로 형식은 국내의 원전의 운전 및 건설현황과 표준모델을 고려하여 PWR을 그 대상으로 하고 있다.

(2) 일반기계기기의 정의 및 기술기준 제정범위

기술기준 대상 원전인 가압 경수로형의 계통구성은 크게 주기와 보조기로 나눌 수 있으며 주기는 원자로계통과 터빈발전기, 보조기는 원자로 보조계통 및 터빈 발전기 보조계통으로 분류할 수 있고 그 세부계통은 표 2와 같다. 이들 시스템 중 원자로계통 및 원자로보조계통은 원자력급 기계기기로 분류되고 ASME Section III Division 1을 적용(과학기술처 고시 제83-5, 원자로시설의 구조 및 설비에 관한 기준)한다.

원자력급 기계기기로 분류되어 ASME Section III Division 1의 적용을 받는 기기를 제외한 기기와 화력발전소의 단위기기를 일반 기계기기로 정의할 수 있으며 이중 본 원전 산업기술기준 개발(2단계)사업에 포함되

표 1 원자로 형식별 운전 및 건설현황

형식	운전	건설	합계	비고
PWR	8	4	12	고리, 영광, 울진 #1~4
PHWR	1	3	4	월성 #1~4
합계	9	7	16	

표 2 가압 경수로형의 계통구성⁽¹⁾

주요계통	세부계통	비고
원자로 계통	<ul style="list-style-type: none"> 원자로 냉각재 계통 화학 및 체적제어 계통 안전 주입 계통 정지 노심 냉각 계통 핵연료 취급 및 저장 계통 	주 기
터빈 발전기	<ul style="list-style-type: none"> 터빈 발전기 계통 주증기 계통 	기
보 조 계 통	원자로 계통	보 조 기
	<ul style="list-style-type: none"> 격납용기 살수 계통 기기냉각 계통 공기조화 계통 방사능 폐기물처리 계통 	
통	터빈 발전기 계통	기
	<ul style="list-style-type: none"> 주 복수기 계통 재열급수 계통 해수 냉각 계통 옥내외 송배전 설비 	

표 3 일반기계기기 범위

계통	기 기	포 함	비 고
주 기 기	· 터빈 발전기	X	
보 조 기 기	· 압력용기	0	
	· 복수기	0	
	· 열 교환기	0	
	· 급수 가열기	0	
	· 펌프	0	
	· 배관 및 부품	0	
	· 밸브	0	
	· 저장 탱크	0	
	· 압축기	X	
	· 크레인	X	
· 송풍기 등	X		

표 4 일반기계기기 참조기술기준

분 야	기준기호	기기명	참조기술기준		비 고
			주 참조 기준	부 참조 기준	
기계 기기	MGA	일반 요건	ASME Sec III NCA		구성체계참조
	MGB	압력용기	KS B 6231	ASME Sec VIII Div. 1	
	MGC	열교환기	KS B 6230	HEI, TEMA	급수가열기포함
	MGD	저장 탱크	KS B 6225	API 650	
	MGE	배관 및 부품	KS B, D	ASME/ANSI 16 ASME B 31. 1	
	MGF	펌프	KS B 6310, 6302	HI, API 610	
	MGG	밸브	KS B	ANSI B 16.34	
	MGH	복수기	HEI		
공통	MCA	재료	KS D 시리즈	ASME II A, B, C	
	MCB	비파괴검사	KS B	ASME V ASNT SNT	
	MCC	용접	KS B 6231, 0885	ASME IX QW	

어 개발중인 일반기계기기는 표 3과 같다.

원자력발전소의 일반기계기기는 화력발전소의 일반기계기와 사용조건(온도, 압력 등)이 다를 뿐 기능과 역할이 동일하므로 본 기술기준을 개발 후 화력발전소에도 적용이 가능하다.

또한, 급번 기술기준 개발대상에서 제외된 기기 즉, 터빈 발전기, 송풍기 및 압축기 등과 ASME Section I "Power Boiler" 및 전기집진기 등에 관한 기술기준을 개발한다면 화력발전소에 대한 기술기준도 대부분 제정 될 것으로 사료된다.

2.2 주 참조 기술기준

원자력발전소 산업기술기준 제정 기초조사(1단계) 결과 일반기계기기 기술기준으로 적용된 부분을 요약하면 도입된 국가(즉 미국, 프랑스 및 캐나다)에 따라 적용기술기준 등의 차이가 있어 국산화 및 기술축적 등 여러 가지 문제를 초래하고 있으며, 국내의 "발전용 화력설비 기술기준령 및 고시"도 보일러

및 압력용기에 대한 사항이 대부분으로 일반 기계기기 전체에 대한 내용이 미흡하고 원전에 적용할 수 있는 근거가 없는 실정이며 KS규격도 재료부분 일부에만 적용된 실적이 있다.

따라서 각기의 기술기준은 국내의 제반여건(법적, 제도적, 기술 등)을 감안하여 제정해야 하므로 표 4와 같이 주참조 기술기준은 관련 KS규격으로 하고 국내는 물론 세계적으로 많이 사용된 실적이 있는 각기기의 주요 규격을 부 참조 기술기준으로 하여 보완하는 것으로 한다.

또한, 국내표준규격은 전 산업용에 적용되는 것으로 발전용에 관한 기술을 중점 참조하여 기술기준을 개발한다.

3. 기술기준 구성 체계

3.1 일반기계기기 기술기준의 구성체계

(1) 구성체계 모델

압력용기의 참조기술로서 사용되고 있는

ASME Section VIII Div. 1은 Subsection A 일반요건, Subsection B 제작요건, Subsection C 재료요건으로 나누어지고 각각의 Subsection은 일반, 재료, 설계, 제작, 시험 및 검사 등의 항목으로 구성되어 있으나 상호항목의 인용이 심하며 기술기준 내용이 서로 중복되어 사용자가 사용시 복잡하다.

또한, 각 기계기기의 주 참조기술기준이나 부참조기술기준의 구성체계가 서로 달라 통일된 체계의 기술기준을 제정하기 위하여 일반기계기기 기술기준의 구성체계 모델은 원자력발전소 전용으로 최근에 제정된 Sec. III Div. 1 가운데서 일반기계와 같은 이론 배경을 갖는 Subsection ND를 본 기술기준의 모델로 삼았다.

(2) 구성체계

일반요건(MGA)을 제외한 모든 일반기계기기 기술기준의 구성체계는 ASME Sec. III DIV. 1 ND의 구성체계에 따라 다음과 같이 구성한다.

- MGX 1000 일반 사항
- MGX 2000 재료
- MGX 3000 설계
- MGX 4000 제작 및 설치
- MGX 5000 비파괴 검사
- MGX 6000 압력시험
- MGX 7000 과압 방지장치
- MGX 8000 표시

3.2 공통기술기준의 구성체계

일반기계기기의 공통기술기준인 재료, 비파괴검사, 용접기술기준의 구성체계는 기술기준의 내용자체가 판이하므로 각 기술기준의 특성에 맞게 다음과 같이 구성한다.

(1) 재료 기술기준

재료기술기준은 KS D의 금속중 철강 및 비철재료 시방서에서 발전용으로 적용될 수 있는 재료시방서를 검토, 분석하여 KS D의 기본골격에 발전소 건설에서 요구되는 특수조항을 추가한다. 따라서 기존의 KS와 구분

하기 위하여 P(power)를 추가하였다. (예, D 3562-PD 3562)

(2) 비파괴검사 기술기준

비파괴검사기술의 총괄적인 요건, 개별적인 비파괴검사의 기술 및 규정에 관한 사항, 검사기법 및 평가방법과 비파괴검사자의 자격인정에 관한 사항을 다음 구성체계에 따라 제정한다.

- MCB 1000 일반요건
- MCB 2000 비파괴검사방법(일반기준)
- MCB 3000 비파괴검사방법(상세기준)
- MCB 4000 비파괴검사자 자격인정

(3) 용접 기술기준

용접기술기준은 일반기계기기에 공통적으로 적용되는 용접절차 인정, 용접사 자격인정 및 용접재료에 관한 규정을 다음 구성체계에 따라 제정한다.

- MCC 1000 용접 일반요건
- MCC 2000 용접 절차서 인정
- MCC 3000 용접사 자격인정
- MCC 4000 용접재료

4. 기술기준 제정방향^(2,3)

4.1 일반기계기기 기술기준

(1) 압력용기 기술기준

압력용기에 대한 기술기준은 국내공업규격인 KS B 6231 “압력용기의 구조”와 국내원전 2차계통 압력용기에 적용한 기술기준으로 풍부한 실험적 Data, 입증된 신뢰성, 그리고 국내의 제작경험에 따른 친숙도 등을 고려하여 ASME Section VIII, “Pressure Vessel” Div. 1을 주로 참조하여 국내의 현실에 맞고 발전설비에 쉽게 적용할 수 있도록 제정한다.

1) 제작방법의 범위

발전용 압력용기류의 대부분이 용접으로 제작되기 때문에(90% 이상) 제작방법은 ASME Sec. VIII Div. 1의 Subsection B(제작요건)중 단조에 의한 UF나 경납땜에 의한

UB는 제외하고 용접제작에 의한 UW를 범위로 한다.

2) 사용재료 범위

발전용 압력용기가 대부분 탄소강이나 합금강으로 제작되며 주철이나 비철금속으로 제작되지 않는다. 따라서 ASME Section VIII, Div. 1의 Subsection C (재료 요건)중 탄소 및 저합금강인 UCS, 고합금강인 UHA, 열처리로 인장특성을 보강한 UHT를 대상으로 하고 비철금속에 관한 UNF, 주철에 관한 UCI, 연성주철에 관한 UCD, 다층구조에 관한 ULW, 저온재료에 관한 ULT는 대상에서 제외한다.

3) 기타 고려사항

- ① 부품 및 용접재료는 ASTM, ASME 재료 대신에 KS규격의 재료를 사용하는 것을 원칙으로 한다.
- ② 수평형 압력용기에 사용되는 Saddle에 관한 기술기준이 KS B 6231이나 ASME Section VIII에 없으므로 BS Code 5276 등을 참조하여 필요에 따라 보완한다.
- ③ 국내공업규격(KS B 6231) 중 발전설비의 압력용기에 사용되지 않고 있는 열교환기 동체에 설치하는 신축이음(expansion joint)과 저온에서 사용하는 압력용기 및 탭류는 제외한다.

(2) 저장탱크 기술기준

국내원전 및 화력발전용 저장탱크에 적용된 기술기준을 검토한 결과 API 650은 설계에서 설치완료까지 일관된 체계를 지니고 있으며, API 620은 API 659과 구성은 유사하나 현장 설치시에 필요한 요구조건(설치 및 용접)이 상대적으로 결여되어 있다. 따라서 저장탱크의 기술기준은 국내공업규격인 KS B 6225 "강제 석유 저장탱크의 구조(온 용접제)"(1974년개정, 1990년 확인)와 설계, 제작부터 설치 완료시까지의 구성 체계를 갖추고 있는 API 650을 참조하여 기술기준을 제정한다.

기술기준 제정대상 저장탱크는 대기압수준

의 내압을 받는 수직형, 원통형, 지상형, 밀폐형, 혹은 지붕 개방형, 용접형 강제 저장탱크로서 바닥이 균일하게 지지되고 비냉장조건하에서 설치되는 것을 대상으로 한다.

(3) 펌프 기술기준

1) 기술기준 제정 대상펌프 종류

발전산업분야에서 이용되고 있는 펌프의 종류는 95% 이상이 원심펌프이며 그외 한정된 범위에서 회전펌프, 왕복동 펌프, 및 특수펌프의 일종인 진공펌프가 이용되고 있다. 따라서 본 기술기준에서 제정 대상 펌프의 종류는 가장 광범위하게 이용되고 있는 원심펌프에 국한시켜 제정한다.

2) 펌프의 제정범위

본 기술기준의 제정범위는 원자력 발전2차계통 및 화력발전에서 이용되는 원심펌프와 펌프와는 별도의 부품이면서도 펌프가 제 기능을 갖게 하기 위하여 필요한 펌프지지 구조물 및 축이음 등은 펌프의 진전성과 연관되는 요건을 제정한다.

3) 참조 기술기준

펌프 기술기준 제정에 필요한 각종 참조기술기준을 비교·검토한 바, Code형식을 갖추어 독특한 특징을 갖고 있다. 따라서 본 기술기준에서는 하나의 참조기술기준으로 채택하는 것을 피하고 KS, API 610, HI Standard 및 Pump Handbook을 종합하여 제정한다.

(4) 열교환기 기술기준

국내 원전에 적용된 열교환기 기술기준인 HEI, TEMA, RRC-EV을 비교·검토한 결과를 토대로 열교환기 기술기준은 국내공업규격인 KS B 6230(다관 원통형 열교환기 1980-제정, 1990년 확인)과 열교환기의 설비, 형태 및 성능에 대해서 상세하게 규정된 HEI(2nd & 4th Ed) 그리고 형태, 설계분야에 대해서 상세하게 명시된 TEMA를 참조하여 기술기준을 제정한다. 기술기준 제정대상 열교환기는 발전설비 열교환기(Power Plant Heat Exchanger)와 밀폐형 급수가열

기(Closed Feed Water Heaters)와 같이 튜브와 셸로 구성되는 열교환기를 대상범위로 한다.

(5) 배관 및 부품 기술기준

국내 원전 2차측 및 화력발전용 배관 및 부품의 설계, 제작 기술기준을 검토한 결과, 공통적으로 ASME B 31. 1(Piping) 기술기준을 적용하였다. 이와 연관성을 갖는 ASME "B"계열이 각 특성에 적합하도록 적용되어 왔다. ASME B 31, 1은 배관계통에 대해 전반적으로 상세히 기술되어 있다.

따라서 기술기준은 ASME B 31, 1 ASME/ANSI "B"계열을 근간으로 작성하며 기술기준을 적용함에 있어 타 기술기준과의 공통성을 가질 수 있도록 용어 및 재료부품은 KS내용을 비교·검토하여 최대한 그 내용을 활용하여 국내실정을 충분히 반영하고 또한, ASME/ANSI 계열의 산만한 구성체계를 ASME Sec III ND의 구성형태에 따라 제정한다.

(6) 밸브 기술기준

국내 원전 2차측 및 화력발전용 밸브 설계, 제작 기술기준을 검토한 결과 공통적으로 ANSI B 16. 34 및 MSS-SP 계열 등이 적용되어 왔음을 알 수 있다. ANSI B 31.1은 체계구성은 우수하나 배관 및 부품전용 기술기준이고 ANSI B 16.34는 체계구성이 우수하며 밸브전용 기술기준으로서 충분하다. 밸브 기술기준은 ANSI B 16.34와 ANSI "B"계열을 근간으로 하여 국내제반규정과 실정에 맞도록 제정한다.

(7) 복수기 기술기준

복수기에 관련한 Code는 HEI의 "표면 복수기"밖에 없으므로 이를 참조하여 국내의 제반 실정에 맞도록 제정한다. 기술기준 대상 복수기는 Surface Type으로 순환수가 관내를 흐르면서 터빈에서 나오는 증기를 응축시키는 기능을 수행하는 복수기를 대상으로 한다.

4.2 공통 기술기준

공통분야는 일반기계기기에 공히 적용되는 기술기준으로서 재료, 비파괴검사, 용접으로 구성되는데 개발방향은 다음과 같다.

(1) 재료 기술기준

재료 기술기준의 목적은 원전 및 화력발전 설비에 사용되었던 ASTM재료를 대체하기 위한 KS 재료의 선정기준을 확립하는 것이기 때문에 최근에 국내에서 건설되고 있는 영광 #3 & 4호기와 태안화력 #1 & 2의 일반기계기에서 사용되었던 재료(ASM/ASME)를 조사하고 관련문헌에 기준하여 대체 가능한 KS재료를 선정하고 설계조건에 준하여 재료특성을 비교분석한 후 미비점은 KS에 준하여 보완한다. 각 단위 재료 기술기준의 목차 및 순서는 KS D에 따른다.

(2) 비파괴검사 기술기준

비파괴검사 기술기준은 비파괴 검사방법과 비파괴검사 요원의 자격요건 및 자격인정사항인 비파괴검사의원의 자격인정기준을 제정함을 그 범위로 한다.

작성내용에 있어 기술적사항은 ASME Sec. V를 주요 참조기준으로 하여 우리 실정에 적합한 산업기술기준으로 작성개발토록 하고, 비파괴검사 요원의 자격인정기준은 국내실정에 부합되지 않는 사항이 규정되어 있으나 이제까지 비파괴 요원의 자격인정기준으로 동규정의 전부를 적용해 온 SNT-TC-1A를 주 참고기준으로 하여 국내의 관련법규와의 연계관례를 정리하여 우리 실정에 맞도록 제정한다.

(3) 용접 기술기준

대부분의 국내발전소의 기기용접에 있어 용접절차 인정 및 용접사자격 인정은 ASME IX를 적용하였고 전기공작물 용접기술기준령 및 KS규격은 용접절차의 인정에 관한 사항을 규정하고 있으나 적용범위가 제한되어 있고 기술사항(용접변수, 인정시험 등)의 규정이 미흡하며 용접사 자격인정에 대한 국내규격은 없는 상태이다. 또한, KS

용접재료 규격은 발전소에 사용된 AWS용접 재료에 상응하는 대부분의 용접재료를 포함하고 있다. 따라서 용접 기술기준은 ASME Sec. IX QW를 주참조 기술기준으로 하고 KS B 6231 부속서 3, KS B 0885 및 전기공작물 기술기준령을 보완하여 용접절차 인정을 작성하고, ASME Sec. IX QW를 참조하여 용접사 자격인정을 작성한다. 또한 ASME Sec. II Part C와 KS D 시리즈를 참

조하여 용접재료를 제정한다.

5. 기술기준의 제정방법 및 일정

일반기계기기 기술기준은 주참조 기술기준과 부참조 기술기준을 비교검토한 후 국내여건을 반영하여 초안을 작성하고 국내 관련법규와도 비교검토한다. 작성된 초안은 내부전문가(한국전력기술(주) 원자력 사업단)의 검

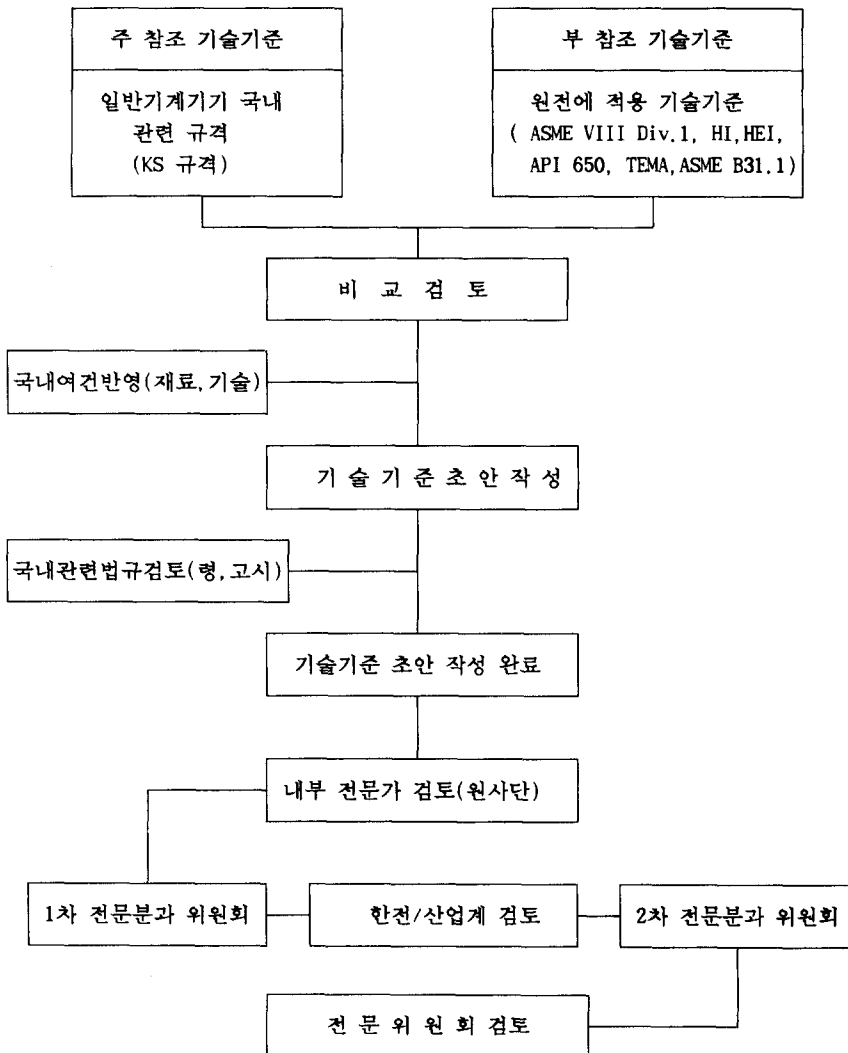


그림 1 일반기계기기 기술기준 제정 절차

표 5 일반기계기 기술기준 제정 일정

분 야	기준기호	1993				1994				1995			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
일반 기계기	MGA			▲	●	★	◆	◎					
	MGB			▲	●	★	◆	◎					
KPC-MG	MGC			▲	●	★	◆	◎					
	MGD			▲	●	★	◆	◎					
일반 기계기	MGE		▲	●	★	◆	◎						
	MGF			▲	●	★	◆	◎					
	MGG			▲	●	★	◆	◎					
	MGH			▲	●	★	◆	◎					
KPC-MC	MCA			▲	●	★	◆	◎					
	MCB			▲	●	★	◆	◎					
공 통	MCC			▲	●	★	◆	◎					

▲ : 담당자 검토, ● : 내부/전문가 검토
 ★ : 분과위원회 검토, ◆ : 한전/산업계 검토
 ◎ : 전문위원회 검토

토를 거쳐 1차전문분과위원회 검토, 산업계의견을 반영 후 2차전문분과 위원회를 통해 보완한 다음 기계전문위원회의 검토를 거쳐 위원회에 제정하며 제정절차를 요약하면 그림 1과 같다.

일반기계기 기술기준의 초안은 표 5에서와 같이 1993년 말까지 작성완료하고 내부전문가, 전문분과위원회 및 산업계검토를 거쳐 1994년 상반기까지는 기계전문위원회의 검토를 마칠 계획으로 추진 중에 있다.

6. 주요기술사항 및 기술검토 사항

6.1 압력용기의 설계이론

(1) 일반급 압력용기의 설계개념

최대 주응력인 접선응력(hoop stress)이 허용응력치를 초과하지 않게 하고 불연속부 등의 국부적인 응력(localized stress)에 대해서는 상세응력해석 대신 경험에 의한 안전계수(safety factor)와 설계규칙(design ru-

les)를 적용한다.

(2) 원자력급과 일반급 압력용기의 설계이론 비교

1) 일반적으로 사용되는 강도이론

(가) 최대 주응력설

재료의 한 점에서의 최대 주응력(S_1)이 인장실험에서의 항복응력과 같을 때 항복이 발생하나 다른 주응력(S_2, S_3)과는 무관하다는 이론으로 최대 주응력이 탄응력에 비해 대단히 클 때 이용할 수 있기 때문에 압력용기의 원통부에서의 접선응력이 최대 주응력이 되고 그 계산도 간편하므로 일반급 압력용기에서 채택하고 있다.

(나) 최대 전단응력설

재료의 한 점에서의 최대 전단응력이 인장실험에서의 항복이 시작될 때의 최대 전단응력과 같을 때 항복이 발생한다는 이론으로서 실험과도 잘 일치하고 이론도 비교적 간단하여 적용하는데 간편함으로 원자력급 압력용기에서 채택하고 있다.

(다) 전단변형 에너지설

재료의 한 점에서의 단위부피당 흡수된 전단변형 에너지가 인장실험시의 항복점에서의 전단변형 에너지와 같을 때 항복이 발생한다는 이론이다.

전단 변형 에너지설이 최대 전단응력설보다 정확한 것은 실험결과 나타나 있으나 최대 전단응력설을 적용하는 이유는 Conservative하면서도 적용이 용이하기 때문이다.

이상과 같이 일반적으로 압력용기에 사용되는 설계이론에 대하여 살펴보았으며 일반급과 원자력급 압력용기에 적용되는 이론을 비교하면 표 6과 같다.

(3) 일반급과 원자력급 허용응력 비교

원자력급은 구조물이나 부품의 각 부분에서의 응력을 이론적, 또는 실험적으로 자세히 해석하여 그 결과를 직접 설계에 이용함으로써 안전계수를 일반급보다 낮추고 설계를 최적화하고 신뢰성있게 하기 때문에 표 7과 같이 일반급의 허용응력값보다 크므로 같

표 6 일반급과 원자력급 압력용기의 설계이론 비교⁽⁵⁾

ASME Section VIII Div. 1	ASME Section III Div. 1
최대 주응력설	최대 전단 응력설
최대 허용 Wall Thickness에 대한 계산식을 제시	모든 응력의 상세한 계산과 분류를 요하며, 분류된 응력마다 응력의 제한치를 달리 적용
열응력 계산 불요	열응력의 계산을 요하며, 이에 대한 허용치를 제시
피로 파괴의 가능성을 고려하지 않음	피로파괴의 가능성을 고려하여, 이의 예방에 대한 규정의 제시

표 7 일반급과 원자력급의 허용응력 비교⁽⁶⁾

설 정 기 준	Section VIII DIV. 1	Section III
상온에서의 최소인장강도 값	1/4	1/3
상온에서의 최소항복강도 값	2/3	2/3
설계온도에서의 인장강도 값	1/4	1/4
설계온도에서의 항복강도 값	2/3	2/3

은 사용조건에서 두께를 얇게 할 수 있음을 알 수 있다.

7. 맺음말

기술기준의 개발은 원자로형의 공급국가에 따라 다양한 형태의 기술기준 적용으로 파생되는 국산화 및 기술자립지연 등 문제를 해결하기 위하여 개발하고 있다.

일반기계기기는 전력생산과 직접 관련되면서도 ASME Sec. III의 적용을 받는 원자력 기계기기와는 달리 구별되나 화력발전용과는 사용조건이 다를 뿐 기능과 역할이 동일하다. 따라서 국내실정에 적합하면서 우수한 기술성과 안전성을 확보할 수 있도록 일반기계기기의 기술기준을 개발하여 향후 국내 주도로 건설되는 원전후속기 및 화력발전소에 점진적으로 활용함으로써 원전산업뿐만 아니라 화력발전산업의 활성화에도 크게 기여해

야 할 것으로 생각된다.

또한, 보일러, 터빈발전기 및 전기집진기 등 급변에 기술기준개발 범위에서 제외된 기기의 기술기준도 개발하여 일반기계기기로 분류된 기기의 실질적인 기술자립을 꾀하고 급변기술기준 제정 한번으로 끝날 것이 아니라 기술기준의 유지관리를 위한 전담기구를 설립하여 기술기준을 지속적인 보완과 확대로 기술자립을 앞당겨야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- (1) 대한전기협회, 1993, '93전기연감, pp. 300~307.
- (2) 한국전력기술(주), 1992, "원전산업기술 기준개발(2단계)사업 역무수행계획서," pp. 17~41.
- (3) 한국전력기술(주), 1988, "원자력발전소 산업기술기준 제정 기초조사용역보고서," pp. 68~74.
- (4) 한국원자력연구소, 1978, "기계구조 설계," pp. 19~30.
- (5) 한국에너지연구소, 1986, "ASME Code 해설(Sec III & VIII)," pp. 18~19.
- (6) ASME, 1992, "ASME B & PV Code II," pp. 751~753. 