

원자로시설의 기술기준체계 및 기술기준 개선방향 (전력기준 적용관점)

Improvement Approach to the Technical Standards and Their Hierarchy of the Nuclear Facility (for Use of the KEPIC)

안형준, 오병주, 유선오, 강석철, 이종인

한국원자력안전기술원
대전광역시 유성구 구성동 19번지

요 약

우리나라의 원자로시설 기술기준체계 및 기술기준에 대하여 내용을 분석하고 개선방향을 모색하였다. 전력산업기술기준과 관련된 대표적인 과학기술부고시인 원자로시설의 안전등급 및 등급별 규격, 가동중 점검 및 시험, 전력산업기술기준의 적용지침등의 내용을 분석하고 개정방향을 제시하였다.

Abstract

Technical standards and their hierarchy of nuclear facility were reviewed and improvement approach to them were presented. The Notices of MOST(Ministry of Science and Technology) which are related to the KEPIC(Korea Electric Power Industry Code) such as safety classification and standards, inservice inspection and testing, guide for KEPIC application were reviewed and revision approach were suggested.

1. 서 론

우리나라 원자로시설의 기술기준체계는 일본의 법령을 참조하여 개발되었다. 그러나 세부 기술기준의 내용에 대해서는 국내실정에 따라 미국의 기준을 준용 및 개발하여 적용하고 있다. 우리나라의 원자로시설 기술기준 및 체계는 일본과 미국의 기준이 혼재되어 있어 일관성이 결여되어 있다. 특히 원자로시설의 안전등급 및 등급별 규격, 가동중 점검 및 시험, 안전밸브에 관한 기술기준, 내압시험기준 등에 대한 기술기준 체계는 일본체계로 되어 있으나 해당 기술기준은 미국의 ASME 등을 따르도록 규정되어 있다.

최근 전력산업기술기준(이하 '전력기준'이라 한다)의 2000년도판이 발간됨에 따라 이의 효과적인 적용을 위하여 과학기술부고시 제96-32호가 제2000-17호로 개정되었으며 전력기준의 활용성이 한층 증대되고 있다. 이와 더불어 ASME Code 및 전력기준과 관련하여 위에서 언급한 고시의 내용은 실제적으로 일본에서 규정한 내용과 국내의 것과는 일부 상이한 점이 있고 미국 기준을 준용하던 중전의 적용방안은 앞으로 개선되어야 할 것으로 보인다.

따라서 본 연구에서는 원자로시설의 기술기준체계를 분석하여 개선방향을 모색하고 ASME Code 및 전력기준과 관련되는 고시에 대하여 현황과 문제점을 검토하고 앞으로의 개정방향을 제시하고자 한다.

2. 과학기술부고시 및 기술기준 체계

ASME Code 및 전력기준과 관련되는 과학기술부 고시의 목록은 표 1과 같다. 우리나라의 기술기준 체계는 일본의 것과 유사하다. 일본의 경우 현재는 약간의 변동사항이 있으나 통상산업성령 제62호와 고시 제501호에서 규정하고 있는 내용은 표 2와 같다.

우리나라의 원자로시설등의기술기준을정하는규칙(이하 '원자로규칙'이라 한다)과 이에 근거한 과학기술부고시의 개발현황은 표 3과 같다.

표 2 및 표 3에 나타낸 바와 같이 우리나라 원자로규칙은 일본의 통상산업성령의 조항을 가져온 것이다. 그러나 이에 대한 세부 기술기준의 내용으로서는 우리의 경우 일본의 통상산업성고시를 따르지 않고 미국의 기준을 따르고 있는 실정이다. 즉, 안전밸브는 전력기준 또는 ASME를 따르도록 규정하고 있으며 내압시험 등도 ASME의 해당부분을 규정하고 있다.

또한 일본의 통상산업성고시 제501호에는 재료 및 구조에 대한 내용으로서 용기, 배관, 펌프, 밸브, 지지구조물, 노심지지구조물이 상세히 규정되어 있으나 우리의 고시 제94-10호는 안전등급을 정하고 각 등급에 따라 ASME 등 외국의 규정을 준용토록 하고 있다. 이와 같이 우리의 경우 안전등급 및 등급별 규격에 대한 세부기준이 미흡하므로 이에 대하여 좀 더 명확히 규정할 필요가 있다.

표 1. ASME Code 및 전력기준관련 과학기술부고시

고시번호	고시명	비고
제2000-17호	전력산업기술기준의 원자로시설 기술기준 적용에 관한 지침	전력기준 적용고시 고시 제96-32호 개정
제94-10호	원자로시설의 안전등급과 등급별 규격에 관한 규정	개정 예정
제98-15호	원자로시설의 가동중점검 및 가동중 시험에 관한 규정	개정 예정
제2000-18호	원자로시설의 안전밸브 및 방출밸브에 관한 기준	고시 제2000-8호에서 분리, 제정
제2000-15호	원자로압력용기 감시시험 기준	고시 제92-20호 개정
제2000-16호	원자로시설에 속하는 용기등의 내압시험기준	고시 제96-26호 개정

표 2. 일본의 원자력설비 관련 기술기준

발전용원자력설비에 관한 기술기준을 정하는 성령 (성령 제62호)	발전용원자력설비에 관한 구조등의 기술기준을 정하는 고시 (통상산업성고시 제501호)	비 고
제9조 재료 및 구조	제1장 총칙 제2장~제5장 : 용기(1, 2, 3, 4종) 제6장~제9장 : 관(1, 3, 4, 5종) 제10장~제11장 : 펌프(1, 3종) 제12장~제13장 : 밸브(1, 3종) 제14장~제16장 : 지지구조물(1, 2, 3종) 제17장 : 노심지지구조물	제1종기기: ASME Sec. III Class 1 (NB) 제2종용기: Class MC (NE) 제3종기기: Class 2 (NC) 제4종용기 및 관: Class 2 (ND)
제10조 안전밸브등	제18장 안전밸브등	ASME Sec. III
제11조 내압시험등	제19장 내압시험	ASME Sec. III
제12조 감시시험편	제20장 감시시험편	ASME Sec. III

표 3. 우리나라의 원자로규칙과 과학기술부 고시의 개발현황

원자로시설등의 기술기준에 관한 규칙	과학기술부고시	참 조 기 준
제21조 재료 및 구조	제94-10호 안전등급과 등급별 규격	ANSI 51.1 ASME III IEEE 279, 308
제22조 안전밸브등	제2000-18호 안전밸브 및 방출밸브에 관한 기준	ASME III NB 7000 Overpressure Protection KEPIC MNB 7000 과압보호
제23조 내압시험등	제2000-16호 용기등의 내압시험기준	ASME III NB Testing KEPIC MNB 6000시험
제24조 감시시험편	제2000-15호 원자로압력용기 감시시험 기준	ASME, KEPIC 10CFR50 App.G

3. 과학기술부고시의 체계 분석 및 개선방향

과학기술부고시는 원자로규칙에서 규정하는 기술기준을 비교적 상세히 규정하고 있으나 ASME 및 전력기준을 인정해서 사용토록 하는 등 상호 밀접한 관계를 가지고 있다.

전력기준은 그림 1과 같이 크게 품질보증, 기계, 전기, 토목구조, 원자력, 화재예방의 분야별로 구성되며 이들은 다시 원자력, 일반, 화력/송배전과 지원 기준으로 구분된다. 전력기준과 고시의 상호관계를 표 4에 나타내었다. 고시 제2000-17호의 규정범위는 우선 10CFR 50.55a codes and standards에서 인정하는 산업기준과 원자력안전기술원의 검토에 의하여 정해진 것이다.

표 4에서 나타낸 바와 같이 고시 제2000-17호에서는 QA(품질보증)에서 MF(성능검증)까지 8개 분야의 기준을 원전에 적용할 수 있도록 규정하고 있다. 이러한 분야의 기준은 규제기관에서 적용의 적합여부를 평가하여 산업계에 지침을 제공하는 것이며 반드시 적용하여야

하는 것은 아니다.

한편 고시 제2000-17호에서 여러분야의 전력기준을 적용할 수 있도록 규정하고 있는 가운데 고시 제2000-16호는 내압시험기준 분야를, 제2000-18호는 MNB 과압보호 분야를 규정함으로써 원자력기계 분야중 이들 분야에 대하여 비교적 상세히 규정하고 있다. 고시 제98-15호의 경우 MI(가동중점검) 및 MO(가동중시험)의 내용을 규정하고 있다.

따라서 표 4에서 보면 우선 고시 제2000-17호에 포함되지 않은 MH등 4개 분야의 내용이 검토되어 추후 동 고시에의 반영여부를 검토하여야 할 것이다.

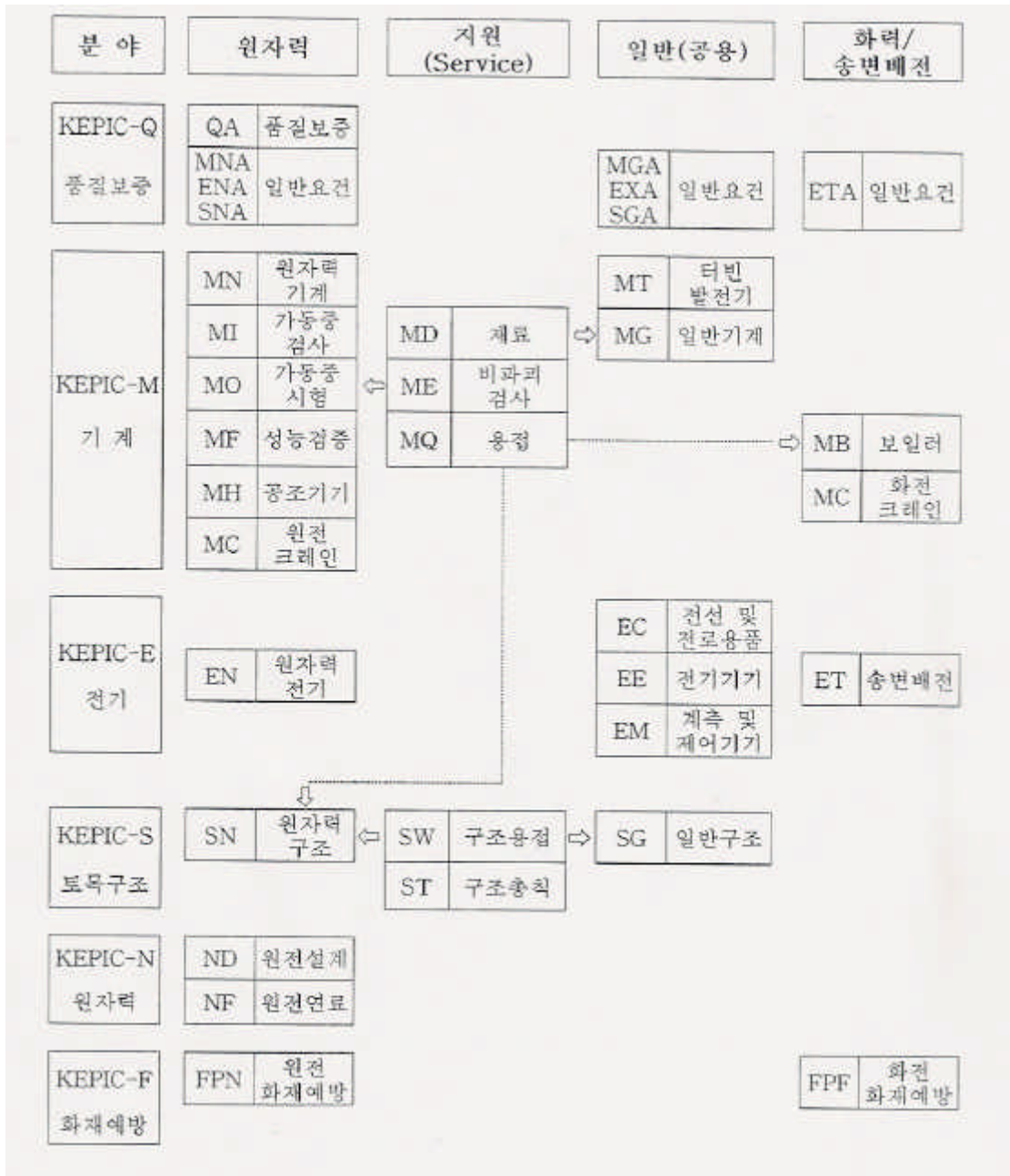


그림 1. 전력기준 구성체계

고시 제2000-16호 및 제2000-18호에서는 MN의 일부를 규정하고 있으므로 MN중 그 외의 기타 내용의 적용성 평가, 그리고 현재의 고시에서 명확히 규정하고 있지 않은 EN, SN, ST, MF와, 전혀 규정하지 않은 MH, MC, NF, FPN등에 대하여 기술기준체계에 접목시키는 방안을 추후 고려하여야 할 것이다. 이 경우 인정(endorse) 또는 포함시키는(incorporate) 형태로 산업기준을 적용하고 있는 미국의 경우를 국내에 어떻게 도입할 것인가를 고려해 볼 필요가 있다.

이와 같이 현재의 고시는 전력기준의 일부를 발췌하여 고시화 한 경우와 ASME을 단지 준용하는 경우등, 산업기준의 적용 분야와 범위가 산만하게 구성되어 있다. 따라서 중장기적으로 볼 때 전력기준의 필요 부분을 발췌하여 고시하는 방안 또는 단지 전력기준의 해당 부분을 인정하는 방안을 일관성있게 방향설정할 필요가 있다.

표 4. 전력기준 및 해당 고시 상호관계

전력기준(원자력분야)	과학기술부고시(기술기준)		비 고
QA(품질보증)	제2000-17호 전력산업기술기준의 원자로시설 기술기준 적용에 관한 지침	제xx-xx호 품질보증 세부 요건	• 추후 개발예정
MN(원자력기계)		제2000-16호 용기등의 내압 시험 기준 제2000-18호 안전밸브 및 방출밸브에 관한 기준 제94-10호 중 규격 관련사항	• 현재의 고시는 전력기준 MN의 일부분을 적용, 기타의 MN부분에 대한 적용방안 검토필요
MI(가동중검사) MO(가동중시험)		제98-15호 가동중점검 및 가 동중시험	• 개정중
EN(원자력전기) SN(원자력구조) ST(구조총칙) MF(성능검증) *ENE(설치), STA (설계하중) 제외		-	• 별도 고시개발 근거조항 없음 • 별도 고시개발 필요성 검토필요
ND(원전설계)		-	• 등급에 따른 규격은 MN과 관련됨
MH(공조기기) MC(원전크레인) NF(원전연료) FPN(원전화재예방)		-	• 고시에 포함되어 있지 않은 분야의 포함여부 추후 검토필요

4. 과학기술부 고시의 내용분석 및 개선방향

전력기준과 관련된 고시는 그림 2와 같은 상호관계를 가지고 있으며 고시별 세부적용 기술기준은 표 5에 나타내었다. 앞에서 언급한 바와 같이 과학기술부고시는 기존의 ASME 준용 위주에서 전력기준 준용위주로 전환하고자 추진하고 있다. 개별 고시별로 이와 같은 방향을 고려하여 추진하고 있는 사항은 다음과 같다.

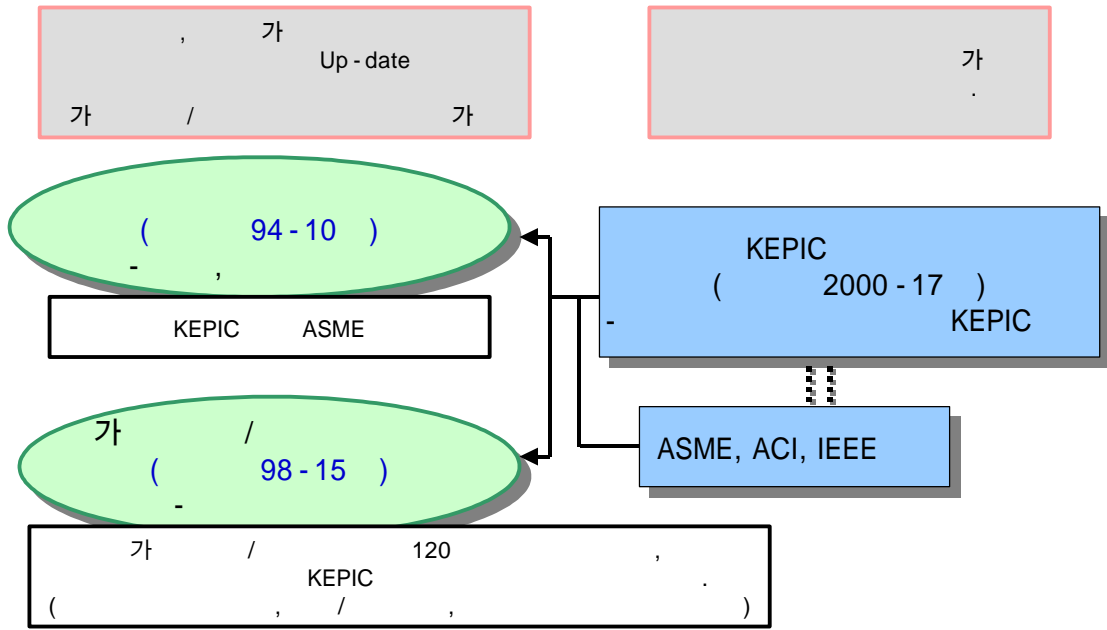


그림 2. 전력기준관련 고시 상호관계

가. 고시 제94-10호 안전등급 및 등급별 규격

이 고시는 원자력법 제12조(허가기준)에 따라 원자로규칙 제21조(재료 및 구조등)에 근거하여 건설 및 보수시 적용되는 고시이다. 현재 고시는 ANSI 51.1에 근거하여 안전등급을 분류하고 등급별로는 ASME Code, IEEE, ACI 등을 따르도록 규정하고 있다.

개정시에는 전력기준도 적용할 수 있도록 하며 현재 고시에서는 언급되어 있지 않은 품질 등급과 계측제어시스템의 등급분류의 포함여부도 검토되어야 한다. 또한 전력기준 ND(원전설계) 부분과의 연계성도 심층 검토되어야 한다.

나. 고시 제98-15호 가동중 점검 및 시험

이 고시는 원자력법 제29조(운영에 관한 안전조치등)에 따라 시행령 제107조의2(원자로시설의 가동중 점검 및 시험)에 근거하여 운전중에 적용되는 고시이다. 가동중점검계획서는 10년마다 개정하며 기술기준의 적용시점, 점검계획, 보고 등을 구체적으로 명시하는 규정이다.

이 고시의 개정에는 가동중점검과 가동중시험을 분리하는 방안을 검토하고 있다. 그 이유는 계통의 취약화 평가를 위하여 가동중점검의 경우 재질변화, 재료 및 용접부등 수동기기를 중심으로 하고 있는 반면 가동중시험은 펌프, 밸브등 능동기기의 성능 확인이 중심으로 하고 있으며 또한 가동중점검의 주기는 10년인 반면 가동중시험의 경우 3개월, 2년, 5년, 10년등으로 다양하기 때문이다. 가동중점검에는 기량검증제도의 적용, 위험도 정보의 반영, 강화 가동중점검 프로그램 등의 도입이 검토되고 있다. 또한 기술기준으로는 과학기술부장관이 정하는 전력기준과 동등한 기술기준을 적용토록 할 것이다.

표 5. 고시별 적용 기술기준 내용

구분	KEPIC	고시제2000-17호 KEPIC적용 지침 (법12,22조)	고시제94-10호 안전등급별규격 (원자로기준 제21조)	고시제98-15호 가동중점검/시험 (영제107조의2)	10CFR 50.55a
품질보증	QA	ASME NQA-1 ASME QAI-1 ASME Appendix XXIII	-	-	NQA-1
원자력 기계	MN	ASME III	ANSI 51.1 ASME III	-	ASME III
가동중 점검/ 시험	MI	ASME XI ASME OM	-	ASME XI RG 1.14, 1.58등 OM ISTB OM ISTD 텐돈,구조검사:RG 1.35, CAN/CSA- N287.7등	ASME XI OM ISTB OM ISTD IWL IWE
원자력 전기	EN	ANS 51.1 IEEE 279, 308, 603등	IEEE 279, 308	-	IEEE 279, 603
원자력 구조	SN	ASME III ACI 349 AISC N690	ASME III ACI 349 ANSI/AISC N690	-	
구조 총칙	ST	ASCE 4 ANSI/ANS-2.2등	-	-	
성능검증	MF	ASME QME-1			
가압 중수로	-	-	CSA/CAN3-N285.1	CAN/CSA3-N285 .4,N285.5	-

다. 고시 제2000-17호 전력기준 적용지침

이 고시는 전력기준 2000년도 판을 적용할 수 있도록 최근에 개정되었다. 주요 내용으로서는 운영중인 발전소에도 적용할 수 있으며 특정 원전에 일부 또는 전체를 적용할 수 있도록 하였다. 이 경우 적용시점, 적용범위 등은 인허가 요건과 관련규정에 따르도록 하였고, 기존 원전에 부분적으로 적용할 경우에는 규제기관의 사전승인이 필요한 것으로 하였다. 특히 현재의 규제입장과 상충되는 부분은 제한사항으로 별표로 규정하였으며, 전력기준의 개발, 자격인정제도 운영현황 등을 과학기술부에 보고하며 필요시 감사할 수 있도록 규정하였다.

전력기준은 앞으로도 매년 추록이 발행되며 2005판이 발행될 계획으로 되어 있다. 차기 개정시에는 전력기준의 고시 포함분야 및 범위도 검토되어야 할 것이다. 또한 미국의 10CFR50.55a와 마찬가지로 최신 기술요건의 도입이 필요한 경우 추록에 대한 적용여부를 고려하여 이 고시도 적절한 시기에 개정되어야 할 것이다.

라. 기타의 고시

앞에서 언급한 고시 이외에 내압시험관련 고시, 안전밸브 및 방출밸브관련 고시 등은 현재 전력기준 또는 ASME의 특정부분을 일부 발췌하여 규정하고 있는 형태이다. 전력기준이

앞으로 활성화될 것으로 예상되므로 이러한 항목을 단순히 전력기준의 해당항목을 적용토록 연결고리를 부여하든가 아니면 전력기준의 내용을 심층분석하여 필요부분을 고시 자체로 규정할 것인가에 대한 연구가 중장기적으로 검토되어야 할 것이다.

5. 결 론

원자로시설의 기술기준체계 및 기술기준에 대하여 내용을 분석하고 개선사항을 모색하였으며 전력산업기술기준과 관련된 대표적인 과학기술부고시의 내용을 분석하고 개정방향을 제시하였다. 결론은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 가. 현재의 고시는 전력기준의 일부를 발췌하여 고시화 한 경우, ASME을 단지 준용하는 등 산업기준의 적용 분야와 범위가 산만하게 구성되어 있다. 따라서 중장기적으로 볼 때 전력기준의 필요부분을 발췌하여 고시하는 방안 또는 단지 전력기준의 해당 부분을 인정하는 방안을 일관성있게 설정할 필요가 있다.
- 나. 원자로규칙의 재료 및 구조 조항에 근거한 안전등급 및 등급별 규격 관련 과학기술부고시는 일본의 경우보다 상당히 미흡한 측면이 있으므로 품질등급등의 포함 등 기타 관련내용의 분야 및 범위도 국내 실정에 맞추어 반영하여야 한다.
- 다. 가동중 점검 및 시험 관련 고시는 가동중점검과 가동중시험을 분리하는 방안을 검토중이다. 가동중점검에는 기량검증제도의 적용, 위험도 정보의 반영, 강화 가동중점검 프로그램의 도입을 검토하고 있다.
- 라. 전력기준 적용지침과 관련된 고시는 전력기준의 지속적인 추록 발행 및 다음 2005판의 발행계획에 따라 차기 개정시에는 전력기준의 고시 포함분야 및 범위도 심층 검토되어야 할 것이다.
- 마. 전력기준 및 관계 기술기준이 계속 개발되고 개정됨에 따라 이들의 적용타당성에 대한 지속적인 검토체제를 강화할 필요가 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 원자력관계법령집, 2000, 한국원자력안전기술원
2. 원자력관계고시집, 1997, 한국원자력안전기술원
3. KINS/ER-030 Vol.1 기술기준개발, 2000.12, 한국원자력안전기술원
4. 10CFR50 Domestic Licensing of Production and Utilization Facilities
5. ASME Boiler and Pressure Code, ASME
6. 전력산업기술기준, 대한전기협회