

ISO 9000 규격과 원자력품질보증 규격과의 비교 및 예상 적용 효과

이태훈*† · 하지훈*

*한국원자력연구원

Comparison between ISO 9000 Specification and Nuclear Quality Assurance Specification and Expected Application Effect

Tae-Hoon Lee*† · Ji-Hoon Ha*

*Nuclear Hydrogen Reactor Technology Development Division, Korea Atomic Energy Research Institute

*Quality Assurance Team, Korea Atomic Energy Research Institute

Since commercial operation of Kori-1 nuclear power plant in 1978, twenty units are under operation and six units are under construction at 2011 present. Nuclear power become a main energy source in our country. However, the plant was constructed by a USA vendor in its beginning period, the Quality Assurance requirements of USA was applied. Even though Quality Assurance requirements were newly established to the Korea Atomic Energy Act, its contents are quite similar to those of USA. And 10 CFR 50 App.B, ASME NQA-1 apply to most of nuclear industries as a quality assurance plan.

In this paper, Quality Assurance requirement of domestic nuclear industries has been investigated and applicable method of ISO Quality Assurance application to the nuclear industries is suggested by a comparison ISO 9000 and nuclear quality assurance specification.

Keywords : Quality Assurance, ISO 9000, ASME NQA-1

1. 서 론

국내 원자력발전은 고리 원자력 1호기가 건설되어 1978년 상업운전을 시작한 이래 2011년 현재 20기가 상업 운전 중, 6기가 건설 중, 2기가 건설 준비 중, 2기가 건설 계획 중에 있다[2, 13].

원전 설비용량은 1989년 울진 2호기의 준공 이후 1994년 말까지 약 6년 동안 추가적인 원전 건설이 이루어지지 않아 761만 kW로 유지되다가 1995년 영광

3호기, 1996년 영광 4호기에 이어 1997년 월성 2호기, 1998년 월성 3호기와 울진 3호기, 그리고 1999년에는 월성 4호기 및 울진 4호기가 각각 상업운전을 시작함에 따라 1999년 말에는 원전 설비 용량이 1,371만 6천 kW로 증가하게 되었다.

이후 2002년 영광 5·6호기, 2004년 울진 5호기 및 2005년 울진 6호기가 상업운전을 개시하면서 국내 원자력발전소 설비 용량은 1,771만 6천 kW에 이르게 되어 세계 6위의 원자력발전국으로 성장하게 되었다.

〈표 1〉 연도별 발전량 및 원자력 점유율(1998~2009년)

(단위 : 억kWh, %)

구분	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
총발전량	2,153.0	2,393.2	2,664.0	2852.2	3,064.7	3,224.5	3421.5	3,646.4	3811.8	4,031.2	4,223.6	4,336.0
원자력 발전량	896.9	1,030.6	1,089.6	1,121.3	1,191.0	1,296.7	1,307.1	1,467.8	1,487.5	1,429.4	1,509.6	1,477.7
원자력 점유율	41.7	43.1	40.9	39.3	38.9	40.2	38.2	40.3	39.0	35.5	35.7	34.1

〈표 1〉에서 나타난 것과 같이 국내 총발전량 중 원자력 점유율의 증감은 다소 있었지만 원자력 발전은 우리나라의 주력 발전원으로서 꾸준히 안정적 전력 공급에 크게 기여하여 왔다. 제4차 전력수급기본계획에 따른 연도별 에너지원별 발전량 전망에도 원자력은 2016년에는 40%, 2020년에는 45%를 상회할 것으로 예상함으로써 미래에도 주요 에너지원이 될 것으로 전망된다.

1970년대 및 1980년대 우리나라의 취약한 산업기반에도 불구하고 원자력발전소를 도입한 이래 원전의 안전성을 확보하고 높은 이용률을 유지할 수 있었던 기술적 배경에는 원전도입 초기 미국연방법 10 CFR 50 App.B와 미기계학회(American Society of Mechanical Engineers; ASME) ASME NQA-1의 엄격한 품질보증요건을 준수한 것이 하나의 배경이라 할 수 있다. 그 후 국내 원자력법 시행령이 1982년 품질보증 요건인 과기처 고시 83-2호가 1983년에 제정되었으나 미국 원자력법 10 CFR 50 App.B와 별 차이가 없다고 말할 수 있다. 원자력 품질 보증 요건을 가장 깊이 있게 규정한 것은 ASME NQA-1인데 현재 원자력 산업계에서는 국내 원자력법, 교과부령 및 ASME NQA-1에 만족한 품질보증 계획서를 수립하여 시행하고 있다. 그러나 최근 산업전체에 적용할 수 있는 품질보증 규격으로 국제표준화기구(International Organization for Standardization; ISO)가 1987년 ISO 9000 품질 시스템을 제정하였고 현재 세계 각국에서 국가 규격으로 채택되고 있는 추세이다. 또한 ISO는 환경의 중요성을 인식하여 1996년 9월에 ISO 9000으로 대표되는 국제 품질 경영 규격의 출현에 따라 현재 국내외 많은 기업들이 이를 도입하였거나 도입 중에 있다. 이러한 추세에 따라 원자력산업 및 원자력 연구개발 분야에 있어서도 ISO 9000의 적용 필요성을 검토하여 기존의 원자력 품질 보증 규격과 더불어 ISO 규격의 장점을 절충하여 사용하는 방안을 모색할 필요가 있다.

기존 연구를 보면 ISO 품질경영 원리 및 문헌 연구 [7, 8, 11] 및 ISO 도입에 따른 성과분석[1, 3, 4, 5, 9]이 주를 이루고 있고, ISO를 원자력산업에 접목시키는

연구는 부족한 실정이다.

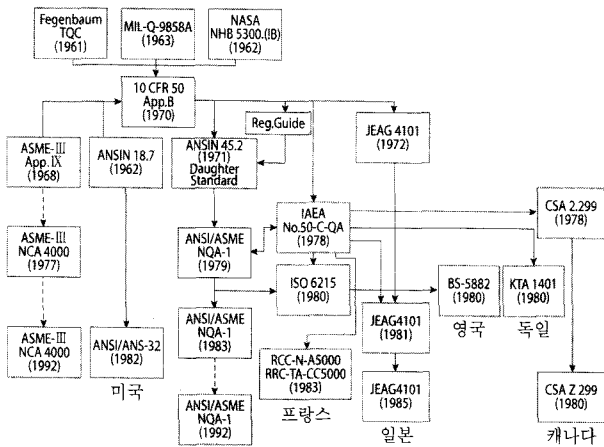
따라서 본 연구에서는 이처럼 원자력산업에 적용하고 있는 품질보증 요건의 내용과 품질보증 현황 및 각국의 ISO 9000 품질 시스템에 대한 대응 현황을 살펴보고, 원자력 품질보증 규격과 ISO 9000 규격 내용을 비교 분석하여 ISO 9000 도입의 필요성 여부를 도출하고자 하였다.

2. 원자력산업의 품질보증 현황

산업설비 중 원자력산업 설비만큼 안전성이 강조되고 이에 따라 엄격한 품질보증 요건이 요구되는 설비는 많지 않을 것이다. 왜냐하면 원자력 산업은 원전의 안전성과 직결되고, 1979년 미국 드리마일 원전 사고, 1986년 구소련 체르노빌 원전 사고 및 2011년 후쿠시마 원전 폭발 사고에서 보듯이 사고는 종사자뿐만 아니라 주변 주민이나 지구환경 등에도 큰 재앙을 가져오기 때문에 원전 시설에 대한 엄격한 품질보증 요건의 적용이 필수적이다. 특히 원자력 산업 설비는 원자력 발전의 주설비인 원자로 외에도 여러 산업설비와 보조 장비가 복합적으로 결합된 하나의 종합 플랜트이기 때문에 다양한 품질보증 요건이 적용될 수밖에 없다.

현재 전 세계적으로 원자력 관련 설비에 적용되는 품질보증 요건은 미국 핵잠수함 건조를 위한 품질보증 요건인 MIL-Q-9858A가 그 원조이며, 미국 원자력 위원회가 원자력산업의 특수성을 고려하여 1970년 10월에 CFR 50 App.B “Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plants and Fuel Reprocessing Plants”를 제정하였으며 이 연방법을 모체로 각국의 원자력 품질보증 규격이 발전하여 왔다.

캐나다의 품질보증 규격인 CSA N286 및 Z299, 일본의 JEAG 4101, 그리고 국제원자력기구(International Atomic Energy Agency; IAEA)에서 제정한 IAEA Safety code 등이 모두 10 CFR 50 App.B와 대동소이하다. 각국의 품질보증 관련 규정 및 표준의 발전관계를 살펴보면 <그림 1>과 같다[10, 14].



<그림 1> 원자력 품질보증 관계도

우리나라의 경우 초기에 대부분의 원자력발전소 건설시 역시 원자력 품질보증 요건으로서 10 CFR 50 App.B를 적용하여 왔으며 이와 관련하여 원자력발전소 및 원자력 관련 시설의 품질보증 활동 수행에 관한 각국의 관련 규정 및 표준의 발전 현황을 살펴보면 다음과 같다.

2.1 한국의 품질보증 현황

우리나라에서는 최초에 미국의 웨스팅하우스로부터 고리 원자력 1호기를 도입하면서부터 미국의 품질관리 방식을 경험하게 되었으며 그 당시 10 CFR 50 App.B의 품질보증 요건이 적용되었다. 그러나 월성 1호기를 캐나다로부터 도입함으로써 품질보증 요건도 캐나다 규격인 CSA 2299 Series를 적용하게 되었으며 그 후 고리 2, 3, 4호기 및 영광 1, 2호기를 다시 미국의 웨스팅하우스로부터 도입하게 됨으로서 10 CFR 50 App.B의 품질보증 요건이 다시 적용되었고 프랑스로부터 도입한 울진 1, 2호기도 품질 보증 요건으로서 10 CFR 50, App.B를 준용하였다.

현재 우리나라는 미국이나 캐나다처럼 제도적으로 품질보증에 관한 사항을 구체적으로 명백하게 기술하고 있는 별도의 규격을 갖고 있지 못하나 원자력법령에 기본적인 원자력 품질보증계획 요건은 제시되어 있으며, 이를 보완하는 지침으로서의 품질보증기준이 교과부 고시 등으로 발행되고 있다.

2.2 미국의 품질보증 현황

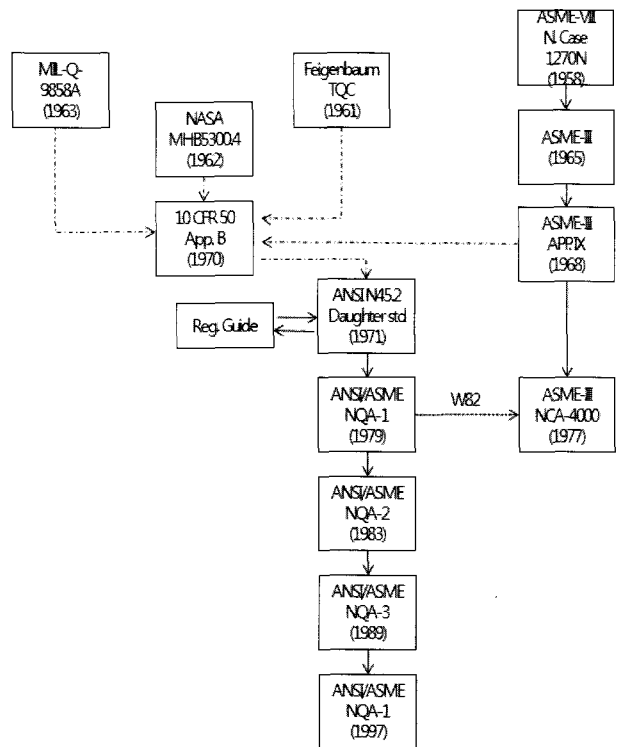
1969년도 최초로 미국에서 원자력 품질보증 요구사항에 대한 규정이 제정되었을 당시 미국은 총 16개의 원자력발전소가 가동 중이었고, 48개가 건설 중이었다.

이러한 새로운 원자력 품질보증 규격이 개발되기 전에 미국은 1959년도에 최초로 제정되고 1963년도 수정 보완된 미 국방성 규격 MIL-Q-9858A “품질 프로그램 요구 사항”이 수많은 원자력 관련 산업체에 의해 채택, 활용되고 또한 이 규격이 계약에도 적용되었다.

1970년 7월 미 원자력위원회(U.S.AEC)에 의해 최초로 원자력발전소 및 핵연료 재처리공장의 품질보증 요건인 10 CFR 50 App.B을 제정 공포되었고 이를 적용하기 위한 세부지침 및 규격들로서 U.S.NRC Regulatory Guide, ASME SEC.III NCA-4000, ANSI N 45.2 Series, ANS 15.9 RDT F2-2 등이 개발, 활용 되었다. 그러나 이들 관련 규격들은 개발과 적용 과정에서 많은 이견과 문제점이 발생하였다.

특히 ASME와 ANSI의 규정 사이에서는 적용상 상충이 되고 논란이 되는 부분이 많았으며, 양 기관에서는 이러한 문제점을 보완, 통합하여 ANSI/ASME NQA-1을 1979년에 최초로 공동 제정되었으며, NQA-1에서 규정되지 않은 세부 요건을 보완한 NQA-2(1983년) 및 NQA-3(1989년)이 추가 발행되었다. 또한 1994년에 NQA-1 개정시에는 NQA-2를 NQA-1 Part II에 포함하였다.

세계적으로 원자력 산업에 채택되고 있는 미국 연방 규제 법규 10 CFR 50 App.B와 규제 지침 ASME NQA-1을 설명하면 다음과 같으며, 이들의 상관관계는 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 미 품질보증 코드 관계도

2.3 캐나다의 품질보증 현황

캐나다는 미국의 경수로와는 달리 중수로를 자체 개발하면서 품질보증 규격도 병행하여 자체 개발하여왔다. 초기 단계에는 전력회사에서 이를 주도하여 왔으며 최근에는 캐나다 규격협회(Canadian Standards Association; CSA)에서 종합하고 있다. 캐나다 원자력품질보증 규격 CSA N286 Series의 특색은 설계, 구매, 제작, 건설, 시운전, 운전단계의 품질 보증 요건을 별도로 구분, 규정하고 있다는 것이며 원자력기기의 제작에 관한 품질 보증규격도 4등급으로 분류하여 차등 적용토록 하고 있다.

2.4 일본의 품질보증 현황

일본의 품질보증 규격인 JEAG 4101 “원자력발전소 건설의 품질보증 지침”은 1972년 일본 전기협회의 전기 기술기준 조사위원회에서 전기기술 지침서로 작성한 것으로서 일본 전기시험법에 기초를 두어 최소한의 법적 사항을 준수키 위해 만든 민간 규정이다. 이는 당초 미국의 10 CFR 50 App.B를 기초로 하여 원자력발전소의 설계에서 시운전까지의 각 단계에서의 품질보증 요건을 포괄적으로 적용하도록 작성되었으나 그 후 1981년에 IAEA 50-C-QA를 참고로 하여 일본 국내 실정에 맞추어 실행 가능하도록 개정되었으며 따라서 그 내용은 IAEA 규격에 따른 13개 요건으로 구성되었다.

3. ISO 9000과 원자력 산업

3.1 ISO 9000 품질시스템

ISO 9000 시리즈의 표준은 여러 가지의 국가 표준들과 국제 표준을 일치시키고자 하는 요구에 의해서 개발된 것으로 미국규격협회(American National Standards Institute; ANSI)를 포함하는 국제적인 팀인 국제표준화기구(International Organization for Standardization; ISO)에 의해 개발되었다[6, 12, 15, 16]. 국가 표준화기구는 품질경영 및 그와 관련된 규격을 맡고 있는 미국 품질협회(American Society for Quality; ASQ)를 대표하는 기관으로 ISO 9000의 첫 번째 버전이 1987년 공개된 이후 1994년에 개정을 거쳐 현재는 2008년도 판이 공개되어 있다. 이 규격의 결과로 제품과 서비스 공급자들은 지구상 어느 곳에 있는 고객이라도 인정할 수 있는 품질 시스템을 개발 운영할 수 있게 되었다. 아울러

ISO 9000 인증을 받은 기업과 거래하는 고객들은 구입품이 그들이 인정한 표준에 맞을 것이라는 기대를 할 수 있게 되었다.

3.2 ASME-NQA-1과 ISO 9001의 비교

ASME NQA-1과 ISO 9001 품질보증요건의 중요 차이점을 비교하면 다음과 같으며, 주요항목에 대한 상세한 비교는 <부록 2>와 같다.

- ASME NQA-1은 원자력분야 안전성 관련 품목에 국한되어 있으며 요건별로 기준이 명확한 반면, ISO 9001은 각 기업에서 품질보증을 위해 구비해야 할 최소한의 시스템 요구 사항으로 제조업, 서비스, 유통, 정보, 교육, 일반 공산품 등 전문분야에 적용되는 범용적인 품질 규격으로 일부 요건의 내용 기술이 ASME NQA-1처럼 상세히 기술되지는 않았다.
- ASME NQA-1은 품질보증요건이 원자력분야 적용 18개의 요건으로 구성되어 있으나, ISO 9001은 구매자의 요구에 충족하고, 기업이 자신의 능력을 입증하기 위한 목적과 외부기관이 기업의 능력을 평가하기 위한 목적에 적합하도록 20개 요건으로 구성되어 있다.
- ISO 9001에는 품질방침, 자원관리, 제품 실현, 데이터의 분석 등이 세부항목 등이 요건으로 규정되어 있으나 ASME-NQA-1에는 규정되어 있지 않다.

3.3 원자력 산업에의 도입 현황

3.3.1 미국

원자력 분야는 미국 NRC 규제요건에 의거 10 CFR 50 App.B ANSI N 45.2 또는 ASME NQA-1을 적용하고, ISO 규격의 적용은 고려하고 있지 않으나 규제기관(Nuclear Regulatory Commission; NRC), 연구기관, 미 기계학회, NQA Committee에서 ISO 9000 규격 적용에 대한 검토를 하고 있으며, 비 원자력 분야도 구매 품질보증 시스템 요건으로 ISO 규격의 적용을 검토하고 있다.

3.3.2 일본

일본 국가 규격을 규제요건으로 적용하여, 전사적 품질관리(TQC)를 통한 품질개선을 성공적으로 달성하고

있으므로 ISO 9000 규격의 적용은 고려하고 있지 않으나, 일부 배전 설비의 구매에 대하여 ISO 9000 규격의 적용을 고려하고 있다.

3.3.3 국제 원자력기구

국제 원자력기구와 국제 표준기구(ISO)는 원자력발전소의 품질보증 규격을 범세계적으로 적용할 수 있도록 74년 ISO 내에 기술위원회를 조직하여 1980년에 ISO 6215를 제정하였으나 기존의 IAEA Code 50-C-QA와의 적용상 혼란을 야기했다.

두 코드 모드 동일한 주제를 다루며, IAEA 지침을 기준하여 이미 자국의 규제 요건을 제정한 국가들에게 혼란을 야기하여 되어 추후 폐지하였다.

3.3.4 Gen IV International Forum

연구 자원의 효율적, 효과적 이용하고 GIF의 목표달성을 위해 필요한 품질수준이 규정되고 이행됨을 보장하기 위해서 구체적인 적용을 위해서 2007년에 Quality Management System Guideline을 발표하였다. 그 내용은 IAEA Safety Series No.50-C/SG-Q 및 ASME NQA-1-2004, ISO 9001 : 2000 등을 참조로 하여 작성하였다.

3.4 ISO 9000 품질 시스템 도입 필요성

ISO 9000 품질 시스템은 제작, 설치, 시설 가동 등 거의 전 산업분야 뿐만 아니라 서비스 연구 개발에 이르기까지 2009년 12월 말 현재 전세계에 226,349개 이상의 기업이 인증을 받았으며 우리나라의 경우는 2011년 6월 말 현재 16,281개 기업이 인증을 유지하여 운영하고 있다.

이러한 국제적 기업환경에 대처하고 품질경영을 통한 국제 경쟁력 확보는 모든 기업이 추구하는 기업 목표로 자리 잡게 되었다. 또한 선진국의 무역장벽과 기술보호정책이 우리나라와 같은 개발도상국의 기업경영 활동을 보다 위축시키는 요인으로 작용하고 있으며 ISO 9001 시스템 인증서 구비요건은 제품의 신뢰성 제고를 위해 필수요건이 되고 있다. 하지만 원자력 산업은 자체 품질보증요건인 원자력법, 미 연방규제법 10 CFR 50 App.B 및 ASME NQA-1만을 지키도록 요구하고 있어 원전산업 참여사는 두 가지 품질보증시스템을 유지하여야 한다. 결국 ISO 9001 시스템이 원전산업에 직 간접으로 영향을 주게 되므로 원전산업에서도 점진적으로 ISO 9001 시스템을 부분적으로 도입하는 것이 장기적으로 필요하다고 할 수 있다.

4. ISO 9001의 원자력 산업에 미칠 예상 영향 및 효과분석

4.1 대내 품질 경영체계 구축

원자력 산업계의 대부분이 전력 제품을 전력 이용자에게 공급하는 기간산업이며, 국내의 경우 아직은 일반제품과 같이 시장경제에서의 경쟁체제가 요구되지 않기 때문에 구매자의 선택에 따른 구매나 계약이 적용되지 않으므로 규제 요건에 따른 원자력 품질보증체도가 요구되는 원자력 분야를 제외한 비원자력분야는 특정한 품질 보증체도의 운영이 법적으로 요구되지 않는다. 그러나 품질보증 및 품질 개선을 포함한 품질경영체계를 전력사업에 운영하여 대내적으로 경영자 및 구성원에게 품질에 대한 신뢰감과 자신감을 제공할 수 있으며, 특히 원자력발전소에는 원자력 발전소를 구성하고 지원하는 일반품목에도 품질보증 시스템이 도입될 경우 원자력발전소의 안전을 확고히 확보할 수 있어 일반 국민 및 환경 운동 단체에게 보다 확실한 안정감과 신뢰성을 심어줄 수 있다. 또한 경영 차원에서 전력 설비의 가동성 향상과 전기품질 향상으로 원가절감 및 고객만족의 목표를 달성함으로써 일반국민들에게 원자력 품질신뢰 이미지 제고라는 효과를 얻을 수 있으므로 ISO 9000 규격에 따른 품질 경영체계의 구축이 필요하다.

4.2 구매 품질보증 요건으로 활용

원자력발전 사업자의 품질목표인 원자력 발전소의 안전한 가동과 전기 품질향상 및 안정적인 전력공급은 기자재 및 설비의 품질과 직접적인 영향이 있으며, 이는 기자재 납품업체의 품질보증 능력과 직결된다.

ISO 9000 규격 요건의 이행은 품질보증은 물론이고 고객의 요구 조건을 만족 또는 초과하는 제품을 계약자가 공급할 수 있는 능력이 있음을 입증하는 것이므로 ISO 9000 규격 요건을 원자력 발전소 비안전성 설비 및 기자재의 구매 품질보증 요건으로 활용할 경우, 전세계적으로 확산되어 있는 ISO 9000 인증 취득으로 인하여 많은 인증된 업체를 입찰업체로 활용할 수 있으며, 이는 업체사이에 가격경쟁 및 품질경쟁을 유도하여 원자력 발전 사업자는 최적의 비용으로 고품질의 전력생산설비를 공급받을 수 있다. 또한 외부 인증기관이 업체에 대하여 인증심사 및 사후감사를 주기적으로 수행하므로 원자력분야 또는 비원자력분야에 대하여 수행하는 심사 또는 감사의 횟수를 줄이게 됨으로

써 비용 절감 효과를 얻을 수 있다.

한편 전력산업에서 구매 품질보증 요건으로 ISO 9000 규격 요건 및 인증 제도를 채택함으로써 산업전체에 ISO 9000 인증 취득 분위기를 가속시키고 인증 취득 업체가 급증함에 따라 국가 및 품질단체에서 추구하는 ISO 9000 규격의 확산과 인증제도 활성화에 기여할 수 있을 것으로 예상할 수 있다.

4.3 업체의 표준화된 품질보증 체계 운영 및 개선

대부분의 설비, 기자재 공급업체는 원자력산업설비뿐만 아니라 일반 산업용 제품도 함께 제작 및 생산하고 있으며, 각 산업 특성에 따라 특정한 품질 보증 및 품질관리 체계를 별도로 운영하고 있다. 일반적으로 매출 규모를 비교하여 볼 때 엄격한 품질보증을 요구하는 원자력설비가 차지하는 비중보다 통상적인 관례에 따른 품질관리를 적용하는 일반 산업시장의 비율이 높기 때문에 업체의 입장에서는 계약에 의해 필요할 경우에만 원자력 품질보증체계를 선택적으로 운영할 뿐, 지속적인 품질보증체도의 운영 및 개선의 유도는 기대하기 어렵다.

한편 ISO 9000 규격의 확산으로 일반 산업계에도 ISO 9000 품질보증체도를 요구함에 따라 모든 업체는 시장경제에서 우위를 점유하기 위하여 ISO 9000 품질보증체도를 경쟁적으로 도입, 운영하게 되었으나 원자력 산업용 품질보증 요건과의 차이로 인하여 이원화된 품질보증제도 운영이 불가피하고, 이로 인한 운영상의 혼란이 예상된다. 따라서 원자력 산업에서 원자로, 증기발생기 등 원자력 설비의 안전성 품목에 대해서는 ASME NQA-1의 까다로운 품질보증요건을 요구하고 기타 품목에 대해서는 ISO 품질요건을 요구할 경우 원자력 사업체나 계약업체는 폭 넓은 ISO 품질 체계 및 품질 마인드를 바탕으로 품질 활동을 하고 원자력 안전성품목에 대해서는 보다 엄격한 품질기준을 적용하여 보다 차원 높은 품질 활동이 이루어 질 수 있다. 또한 ISO 에서는 경영자 검토를 통해서 경영층의 품질 향상에 대한 노력을 보다 강조되고 있으므로 품질활동에 보다 최고 경영층의 확고한 의지 및 지원을 유도할 수 있으리라고 생각되며, 원자력 품질보증인 ASME NQA-1 에서는 주로 품질관련부서만 참여하나 ISO에서는 조직의 모든 구성원들이 품질목표 및 교육훈련을 통해서 참여하므로 이로 인하여 전사원들의 품질보증에 대한 인식을 향상 시킬 수 있고, 지속적인 품질 및 공정 개선에 따른 설비 및 기자재 품질향상 효과를 얻을 수 있을 것이다.

5. 결 론

원자력산업은 방사선 위험으로부터 공공의 안전과 신뢰성 확보가 최우선으로 요구되며, 원자력 품질보증 ASME NQA-1은 원자력안전을 대상으로 설계되어 엄격한 규제 요건을 적용하고 있다.

지금까지 원자력 품질보증 시스템은 원자력산업의 안전성 확보에 기여함은 물론 전 산업분야의 품질보증 시스템 구축에도 선도적인 역할을 해왔다. 하지만 원자력 분야의 특수성으로 인해 타 품질 보증체계에 대해 무관심했던 부분이 있다. 사회와 조직이 발전 변화하고 있으며, 이러한 변화에 맞추어 원자력 연구 및 산업계의 품질보증 규격 역시 변화하는 환경에 부합되게 지속적으로 발전되어야 한다.

ASME NQA-1은 원자력 안전을 대상으로 설계되어 그 적용 대상품목이 원자력안전 관련품목이며, 적용대상부서 역시 품질 관련부서로 되어 있다. 그러나 품질은 고객만족을 위해 어느 특정부서나 어느 중요한 부분의 품질만이 중요한 것이 아니라 경영층에서부터 모든 종사자, 안전성 품목에서 사소한 부품에 이르기까지 모든 품목에서 품질 개선의 노력이 필요한 것이다. 따라서 원자력품질보증 시스템은 ISO 9000의 장점인 경영자 책임, 납기와 비용, 고객자산 및 데이터의 분석 부분 등이 보완되어야 한다.

원자력산업계에서도 원자력 품질보증 규격만을 적용하고 타 품질보증 규격에 대해 무관심하거나 배타적인 입장을 취할 것이 아니라 변화하는 환경에 능동적인 대체를 위해서는 현재 적용하고 있는 규격의 효율성과 효과를 심도 있게 검토하고, 타 규격을 비교하여 효율적인 부분을 도입 및 적극 활용함으로써 경영혁신과 고객 및 대국민에게 원자력 산업의 신뢰성과 안전성을 제고하는 것이 바람직하다.

참고문헌

- [1] 고현우, 정영배; "ISO 9001 : 2000 품질경영시스템의 요구사항이 경영성과에 미치는 영향", 산업경영시스템학회지, 30(3) : 135-149, 2007.
- [2] 교육과학기술부; "2011 원자력백서", 등록 11-1341000-000078-10, 2011.
- [3] 권봉기 외 2인; "ISO 9001 : 2000 품질경영시스템 인증 도입효과 분석", 품질경영학회지, 34(3), 2006.
- [4] 김상부, 조상중; "대학의 ISO 9001 : 2000(E) 품질경영시스템 구축", 산업경영시스템학회지, 27(4) : 17-124, 2004.

- [5] 김인호 외 2인; “중소기업의 품질경영시스템 인증성
과에 관한 실증연구”, 산업경영시스템학회지, 30(1)
: 15-24, 2007.
- [6] 권영일 외 14인; 편역 “품질경영”, 사이텍미디어, 2006.
- [7] 박동준, 강인선; “품질경영시스템의 요구사항 활용 실
태분석과 성공적 운영방안”, 산업경영시스템학회지,
28(2) : 60-68, 2005.
- [8] 박동준 외 2인; “ISO 9001 품질경영시스템 관련 연구
동향 및 향후주제 : 문헌연구”, 품질경영학회지, 35(3)
: 1-20, 2007.
- [9] 박무현 외 2인; “BSC 관점의 품질경영시스템 구축효
과 : ISO 9001 인증기업을 중심으로”, 산업경영시스
템학회지, 34(2) : 85-91, 2011.
- [10] 박찬국 외 6인; “2010 원자력품질보증교육”, 한국원자
력연구원, KAERI/NTC/ID/2010, 2010.
- [11] 원형규; “ISO 9000 품질경영원리와 ISO 9001 요구사
항간의 관련성 분석”, 품질경영학회지, 38(2) : 276-
283, 2010.
- [12] 이순용; “품질경영론”, 법문사, 1995.
- [13] 한국원자력산업회의, “2010 원자력연감”, 2011.
- [14] ASME; “Quality Assurance Program Requirements for
Nuclear Facilities,” ASME-NQA-1, *American Society
of Mechanical Engineers*, 1994.
- [15] ISO; “International Standard ISO 9001-Quality man-
agement systems requirements,” 2000.
- [16] ISO Central Secretariat, *The ISO Survey-2009*, 2010.

〈부록 1〉 품질보증관련법규 내용 비교

	원자력법(법률)	시행령(대통령령)	시행규칙(과기부령)	원자시설 등의 기술기준에 관한규칙(과기부령)
발전용원자로 건설	제11조(건설허가) 2항 건설품질보증계획서제출 제12조(허가기준) 4항 품질보증계획서가 내용기준(과기부령)에 적합		제7조 4항(18조항)	제67조(적용범위) 1항 -제68조~제85조(18조 상세) 제67조 2항 -세부요건은 교과부장관고시
	제16조(검사)	제31조(품질보증검사)		
발전용원자로 운영	제21조(운영허가) 2항 운영품질보증계획서제출 제22조(허가기준) 4항 품질보증계획서가 내용기준(과기부령)에 적합		제16조3항 -제7조 4항(18조항)	제67조(적용범위) 1항 -제68조~제85조(18조 상세) 제67조 2항 -세부요건은 교과부장관고시
	제23조의 2(검사)	제43조(준용) -제31조(품질보증검사)		
연구용원자로	제29조(운영 안전조치 등) 1항	제102조(발전용원자로운영 안전조치) 1항		제59조(화재방호계획)
	제33조(허가)2항 건설/운영품질보증계획서제출		제23조(건설/운영허가신청) 4항 건설/운영품질보증계획서 제출 -제7조(18조항) 및 제16조	제67조(적용범위) 1항 -제68조~제85조(18조 상세) 제67조 2항 -세부요건은 교과부장관고시
	제36조(준용) -제16조, 제23조의 2	제49조(준용) -제31조(품질보증검사)		
	제36조(준용) -제29조(운영 안전조치 등)	제102조(발전용원자로운영 안전조치) 1항		제59조(화재방호계획)
핵물질가공사업	제43조(핵연료주기사업의허가) 3항 운영품질보증계획서제출 제44조(허가 등 기준)		제37조(허가신청) 2항 7호 운영품질보증계획서제출 제40조(준용) -제7조 4항(18조항)	제101조(품질보증) -제68조~제85조(18조 상세)
	제45조(검사)	제140조(품질보증검사)		
사용후 핵연료 처리사업	제53조(운영 안전조치 등) 1항	제165조(핵연료주기시설운영안전조치) 1항		제96조(적용범위) -제97조~제100조
	제43조(핵연료주기사업의허가) 3항 운영품질보증계획서제출 제44조(허가 등 기준)		제45조(준용) -제7조 4항(18조항)	제101조(품질보증) -제68조~제85조(18조 상세)
사용후 핵연료 처리사업	제45조(검사)	제154조(준용) -제140조(품질보증검사)		
	제53조(운영 안전조치 등) 1항	제165조(핵연료주기시설 운영안전조치) 1항/2항* *연구, 실험용인 경우 비적용		제96조(적용범위) -제97조~제100조** **품질보증활동요건 없음

<부록 2> ISO 9001 및 ASME-NQA-1의 비교

항목	ISO 9001	ASME NQA-1	비고
적용범위	1.2 적용 이 규격의 모든 요구사항은 포괄적이며, 형태, 규모 및 제공되는 제품에 관계없이 모든 조직에 적용될 수 있다.	I. 머리말 2. 적용범위 원자력 설비용 기기, 시스템, 구조물로 품질에 영향을 주는 업무 수행시 적용(원자력 설비에는 발전기, 폐기물 저장설비, 인료봉 제거공, 플루토늄 가공, 인로봉 제작 등도 포함) ※ 품질에 영향을 주는 활동 : 배치, 설계, 구매, 제작, 취급, 입고, 저장, 측정, 설치, 검사, 작동, 유지, 보수, 교체, 수정, 해체 등을 말함	NQA-1은 원자력 설비용으로만 적용이 한정됨
품질시스템	4. 품질경영시스템 4.1 일반 요구사항 조직은 이 규격의 요구사항에 따라서 품질경영시스템을 수립, 문서화, 실행 및 유지하고 품질경영시스템의 효과성을 지속적으로 개선하여야 한다.	II. 기본요건 : 품질보증계획 I. 품질보증계획으로서 수립하고 계획용 지침서, 절차서 또는 지시서 등 서류로 작성할 것	
문서화 요구사항	4.2 문서화 요구사항 4.2.1 일반사항 품질경영시스템 문서화는 다음 사항을 포함하여야 한다. a) 문서화하여 표명된 품질 방침 및 품질 목표 b) 품질 매뉴얼 c) 이 규격이 요구하는 문서화된 절차 및 기록 d) 프로세스의 효과적인 기획, 운영 및 관리를 보장하기 위하여 필요하다고 조직이 결정할, 기록을 포함하는 문서		ISO에서는 문서관리의 범주가 데이터 관리까지 포함 NQA-1에서 문서변경은 Major Change와 Minor Change로 구분되며 Minor Change인 경우에는 최초 검토 승인한 조직에 의한 검토 승인이 요구되지 않음
문서 및 데이터 관리	4.2.3 문서 관리 품질경영시스템의 필요한 문서는 관리되어야 한다. 기록은 문서의 특별한 형식이며, 4.2.4의 요구사항에 따라 관리되어야 한다.	I. 품질에 영향을 미치는 업무를 규정하는 지시서, 절차서, 도면 등 문서의 발행을 관리, 통제하기 위한 다음의 조치를 간구할 것 2. 문서 변경 문서변경은 최초로 검토 승인한 조직이 검토 및 승인 또한 검토가 요구되지 않는 경미한 변경사항은 명확히 규정할 것.	ISO에서는 인쇄본, 전자매체 등도 기록에 포함 NQA-1에서 6항의 기록의 수정을 세부적으로 언급함
품질기록의 관리	4.2.4 기록 관리 기록은 품질경영시스템의 요구사항에 적합하다는 증거와 품질경영시스템의 효과적인 운영에 대한 증거를 제공하기 위하여 작성된 기록은 관리되어야 한다.	II. 기본요건 : 품질보증 기록 I. 품질업무의 증거를 제시하기 위하여 기록서의 보존방안을 수립하고 유지해야함 6. 기록의 수정	
검사 및 시험상태	4.12 검사 및 시험상태 1) 제품의 검사 및 시험상태는 적절한 수단으로 식별할 것	II. 기본요건 : 검사, 시험 및 운전자태 I. 각 항목에 대한 검사 및 시험의 상태를 각인, 표리표, 작업카드 또는 기타 적절한 표지를 사용하여 표시하는 방안 수립	NQA-1은 언급이 없음
경영자 책임	5.1 경영책임 5.1. 경영 의지 최고 경영자는 품질경영시스템의 개발 및 실행, 그리고 품질경영시스템의 효과성을 지속적으로 개선하기 위한 의지의 실행 증거를 다음을 통하여 제시하여야 한다. a) 법적 및 규제 요구사항뿐 아니라 고객 요구사항 충족의 중요성을 조직과 의사소통 b) 품질 방침의 수립 c) 품질목표 수립의 보장 d) 경영검토의 수행 e) 자원의 가용성 보장		

<p>조직</p>	<p>5.5.1. 책임과 권한 최고 경영자는 조직 내에서 책임 및 권한이 규정되고 의사소통됨을 보장하여야 한다.</p>	<p>II. 기본요건 : 조직 3. 품질보증기능을 수행하는 자는 비용이나 공정에 관계없이 판단할 수 있도록 할 것. II. 기본요건 : 품질보증계획 품질업무 수행자의 숙련도 달성을 위한 적절한 교육, 훈련 사항 포함</p>	<p>NOA-1에서는 품질활동 수행자의 남기와 비용에 대하여는 무관하나 ISO는 고려의 대상이 됨</p>
<p>경영검토</p>	<p>5.6 경영검토 최고경영자는 품질경영시스템의 지속적 적절성, 충족성 및 효과성을 보장하기 위하여, 계획된 주기로 품질경영시스템을 검토하여야 한다. 경영 검토는 품질방침 및 품질목표를 포함하여, 품질경영시스템에 대한 개선기회의 평가 및 변경에 대한 필요성의 평가를 포함하여야 한다.</p>	<p>경영층은 품질보증계획의 실적에 있어 적합성과 유효성 여부를 정기적으로 검토할 것</p>	
<p>교육훈련</p>	<p>6.2.2 적격성, 교육훈련 및 인식 조직은 다음 사항에 대한 적합성에 영향을 미치는 업무를 수행하는 a) 제품 요구사항에 대한 적격성 결정 b) 적용 가능한 경우, 필요한 적격성을 갖추기 위하여 교육훈련을 제공하거나 기타 조치 c) 취해진 조치의 효과성을 평가 d) 조직의 인원이 자신의 활동에 대한 관련성 및 중요성을 인식하고 있으며, 그들이 어떻게 품질목표의 달성에 기여하는지 인식함을 보장 e) 학력, 교육훈련, 숙련도 및 경험에 대한 적절한 기록 유지</p>	<p>II. 기본요건 : 품질보증계획 품질에 영향을 주는 업무를 수행하는 자에 대한 적절한 숙련도 달성 및 유지에 필요한 교육 및 훈련 요함 보증요건 2S-1 : 검사요원 및 시험요원의 자격 보증요건 2S-2 : 비파괴검사요원의 자격 보증요건 2S-3 : 품질보증감사요원의 자격 보증요건 2S-4 : 직원의 교육 및 훈련</p>	<p>NOA-1에서는 자격부여에 대한 내용이 구체적으로 언급함</p>
<p>검사 및 시험</p>	<p>7. 제품실현의 기회 7.1 제품실현의 기회 조직은 제품실현에 필요한 프로세스를 계획하고 개발하여야 한다. 제품실현의 기회는 품질경영시스템의 다른 프로세스 요구사항과 일관성이 있어야 한다.</p>	<p>II. 기본요건 : 검사 1. 지시서, 절차서, 도면 및 해당요건에 일치하여 수행되었는지를 확인하기 위한 검사계획을 수립하여 검사 대상 업무를 수행하지 아니한 자에 의하여 검사 수행 3. 검사계획 1) 검사계획을 수립하여 서류로 작성하여야 하며, 이 서류에는 검사대상 업무의 특성, 검사 방법 및 판정기준이 명시되어야 하고 검사결과에 대한 객관적인 증거가 기록되어야 할 것 II. 기본요건 : 시험 1. 품부 또는 전산프로그램이 명시된 요건에 일치하는 지를 확인하고 자동 중에 만족하게 작동될 수 있음을 입증하기 위하여 시험계획이 수립되어 이행되어야 함. 보증요건 IIS-2 : 전산프로그램 시험요건</p>	<p>NOA-1에서는 검사 및 시험요원의 자격기준(2S-1)을 명확히 하고 있음. NOA-1에서는 검사대상 업무를 수행하지 아니한 자에 의하여 검사수행을 명시하나 ISO에서는 검사계획의 세부 언급이 없음 NOA-1에서는 시험계획 수립을 요구 하고 있음 ISO에서는 자동 중 검사, 기록의 언급이 없음 ISO에서는 전산프로그램 시험요건에 대한 구체적 언급이 없음.</p>
<p>설계관리</p>	<p>7.3 설계 및 개발 7.3.1 설계 및 개발 계획 조직은 제품에 대한 설계 및 개발을 계획하고 관리하여야 한다.</p>	<p>1. 설계관리는 이를 위한 규정요건이 설정되며 이에 따른 관리 및 검증할 것</p>	
<p>구매</p>	<p>7.4 구매 7.4.1 구매 프로세스 조직은 구매한 제품이 규정된 구매 요구사항에 적합함을 보장하여야 한다. 공급자 및 구매한 제품에 적용되는 관리의 방식 및 정도는 구매한 제품이 후속되는 제품 실현이나 최종 제품에 미치는 영향에 따라 달라져야 한다.</p>	<p>II. 기본요건 : 구입자재, 기기 및 용역의 관리 1. 구매요구사항 확인방법은 수립하여야하며, 그 방안에는 다음사항을 포함시킬 것 1. 구매계획 2. 외주업체 선정 3. 입찰서 평가 4. 외주업체 업무수행평가 5. 외주업체 작성서류의 관리 6. 품목 또는 용역의 적합판정 7. 적합판정방법 8. 용역의 적합판정 9. 외주업체 부적격 품목의 관리 10. 일반규격 품목</p>	<p>ISO에서는 외주업체 평가시 품질요구사항, 외주요구 만족시킬 능력을 기초로 외주업체 평가가 그 기준이 자체 설정이 가능하나 NOA-1은 외주업체 평가방법 중 1)까지 이상의 방법으로 평가가 필수적임</p>

<p>7.5 생산 및 서비스 제공</p> <p>조직은 생산 및 서비스 제공을 관리 조건하에서 계획하고 수행하여야 한다.</p> <p>7.5.2 생산 및 서비스 제공에 대한 프로세스의 타당성 확인 조직은 결과로 나타날 출력이 후속되는 모니터링 또는 측정의 의하여 검증될 수 없어, 결과적으로 제품을 사용한 후 또는 서비스가 인도된 후에만 불일치가 나타나는 경우, 생산 및 서비스 제공에 대한 모든 프로세스에 대하여 타당성 확인을 하여야 한다.</p>	<p>II. 기본요건 : 특수 작업의 관리 용접, 열처리 또는 비파괴검사 등의 특수한 작업은 해당규격, 기준, 시방 및 기타 특수요건에 부합하는 절차서에 따라 자격 있는 자에 의해 수행되도록 관리방안 수립</p>	<p>ISO에서는 특수작업관리외 세부방안에 대한 언급이 없음.</p>
<p>7.5.1 생산 및 서비스 제공의 관리 조직은 생산 및 서비스 제공을 관리 조건하에서 계획하고 수행하여야 한다.</p>	<p>II. 기본요건 : 자재, 부품 및 기기의 식별과 관리</p> <p>1. 자재, 부품, 기기 및 조립품에 대한 식별 및 관리방안 수립</p>	<p>NQA-1에서는 서비스 관련 언급이 없음</p>
<p>7.5.3 식별 및 추적성 조직은 제품 실현의 모든 단계에서, 해당되는 경우, 적절한 수단으로 제품을 식별, 검증, 보호 및 안전하게 유지하여야 한다.</p>	<p>II. 기본요건 : 자재, 부품 및 기기의 식별과 관리</p> <p>1. 자재, 부품, 기기 및 조립품에 대한 식별 및 관리방안 수립</p>	<p>NQA-1에서는 서비스 관련 언급이 없음</p>
<p>7.5.4 고객 재산 조직은 조직의 관리 하에 있거나 조직에 의하여 사용 중에 있는 고객 재산에 대하여 주의를 기울여야 한다. 조직은 제품으로 사용토록 제공되거나 제품화하기 위하여 제공된 재산을 식별, 검증, 보호 및 안전하게 유지하여야 한다.</p>	<p>II. 기본요건 : 자재, 부품 및 기기</p> <p>1. 자재 및 장비들 취급, 저장, 세척 또는 출하할 때에는 제품이 손상 또는 변질을 방지하기 위해 작업 및 검사지시서에 따라 관리할 수 있는 방안을 수립할 것</p> <p>2. 특수품목 등의 요건</p>	<p>NQA-1에서는 ISO의 고객 재산에 대한 언급이 없음.</p>
<p>7.5.5 제품의 보존 조직은 내부 프로세스 진행 중에는 물론 지정된 목적지로 제품을 인도할 때까지, 요구사항에 대한 적합성을 유지하기 위하여 제품을 보존하여야 한다. 적용 가능한 경우, 보존은 식별, 취급, 포장, 보관 및 보호를 포함하여야 한다. 보존은 제품을 구성하는 부품에도 적용하여야 한다.</p>	<p>II. 기본요건 : 취급, 저장 및 운송</p> <p>1. 자재 및 장비들 취급, 저장, 세척 또는 출하할 때에는 제품이 손상 또는 변질을 방지하기 위해 작업 및 검사지시서에 따라 관리할 수 있는 방안을 수립할 것</p> <p>2. 특수품목 등의 요건</p>	<p>NQA-1에서 2항의 특수품목의 요건을 구체적으로 언급함</p>
<p>7.6 모니터링장치 및 측정 장치의 관리 조직은 수행하여야 함 모니터링 및 측정을 결정하고, 결정된 요구사항에 대한 제품의 적합성의 증거 제공에 필요한 모니터링장치 및 측정 장비를 결정하여야 한다.</p>	<p>II. 기본요건 : 측정 및 시험장비의 관리</p> <p>공구, 계기, 계측기, 기타 측정 및 시험장비가 정확도를 유지할 수 있도록 정기적으로 교정, 관리되고 있음을 확인하는 방안 수립</p>	<p>ISO에서는 부적합품에 대한 식별, 격리, 처리에 대한 구체적인 언급이 없음</p>
<p>8.3 부적합품의 관리 조직은 제품 요구사항이 충족되었다는 것을 검증하기 위하여, 제품의 특성을 모니터링하고 측정하여야 한다.</p>	<p>II. 기본요건 : 부적격 자재, 부품 및 기기</p> <p>1. 요건에 부적합 자재, 부품 및 기기의 잘못된 사용이나 설치를 방지하기 위하여 이를 관리할 방안 수립</p>	<p>ISO에서는 부적합품에 대한 식별, 격리, 처리에 대한 구체적인 언급이 없음</p>
<p>8.5.2 시정 조치 조직은 부적합의 재발 방지를 목적으로 부적합의 원인들을 제거하기 위한 조치를 취하여야 한다. 시정조치는 당면한 부적합의 영향에 대하여 적절하여야 한다.</p>	<p>II. 기본요건 : 시정조치</p> <p>1. 품질개선조건 즉시 식별하고 시정할 수 있는 방안 수립</p>	<p>NQA-1에서는 데이터 분석 관련 언급이 없음</p>
<p>8.4 데이터의 분석 조직은 품질경영시스템의 적절성과 효과성을 실증하고, 품질경영시스템의 효과성을 지속적으로 개선할 수 있는지를 평가하기 위하여, 적절한 데이터를 결정, 수집 및 분석하여야 한다. 이는 모니터링 및 측정의 결과로 생산된 데이터 및 다른 관련 출처로부터 생산된 데이터를 포함한다.</p>	<p>II. 기본요건 : 시정조치</p> <p>1. 품질개선조건 즉시 식별하고 시정할 수 있는 방안 수립</p>	<p>NQA-1에서는 데이터 분석 관련 언급이 없음</p>