

국내 원전기기 성능검증 품질보증체계 구축에 관한 연구

남지희 · 이영건 · 임남진

한국원자력연구소 품질보증실

Quality Assurance system for Nuclear Power Plant Equipment Qualification in Korea

Nam, Ji Hee · Lee, Young Gun · Lim, Nam Jin

Quality Assurance Department, Korea Atomic Energy Research Institute

This paper investigates different QA standards such as KEPIC QAP, KEPIC END 1200, ISO/IEC 17025 etc. and as a result defines QA elements for Nuclear Power Plant equipment qualification(EQ) in Korea. This paper also proposes a practical QA certification system appropriate for an Integrated Organization for EQ which is being planned to be established in Korea. Since the level of the Korean EQ technology is comparatively low, the Korean manufacturers of the Nuclear Power Plant(NPP) equipment have usually used overseas EQ services. The EQ related organizations in Korea are making efforts to construct the integrated EQ system. In connection with this, it is required that the QA elements and QA certification system suitable for EQ in Korea be developed.

Keywords : Quality Assurance, Equipment Qualification, QA certification system

1. 서론

원자력 발전소의 안전은 계통의 설계에서부터 건설 및 시운전, 그리고 운영 단계까지의 모든 과정에서 원전을 구성하고 있는 모든 기기나 부품의 성능이 보장되어야만 가능하다. 원전의 계통을 구성하고 있는 기기나 부품의 성능유지를 위해서는 설계단계 및 건설 초기에 그 성능을 검증하는 과정을 거쳐야만 한다. 안전성 관련 기기들의 수명이나 성능 유지는 원전의 안전 운영에 지대한 영향을 미치기 때문에 그 성능을 사전에 검토하고 점검하여 그 결과를 설계에 반영하는 일은 필수적으로 요구된다. 원전의 안전성 관련 기기들은 정상, 과도상태

운전 및 열악한 환경 하에서도 정상적으로 목표 성능이 유지되어야 하며, 의도된 성능의 유지여부를 판단하는 기기 성능검증기술은 원전의 안전성 보장에 필수적인 기술이다.

그러나, 국내의 경우 성능검증 기술기준의 부재, 검증 시설의 미비, 경험부족, 연구인력의 부재 등으로 원전기기 검증기술이 선진국의 그것에 미치지 못하여 국내기기제작업체는 국내에서 제작한 기기에 대해서도 과도한 검증비용을 지불하고 해외 검증기관을 이용해 왔으며, 이것이 원전에 사용되는 기기나 부품의 국산화에 큰 걸림돌로 작용해 온 것이 사실이다. 이에 따라 기기 성능검증기술의 자립을 위하여 최근 국내의 관련기관들은 정부의 지원 하에서 원전기기 성능검증 체계를 구축하

기 위한 노력을 기울이고 있다.

본 고(稿)에서는 이와 관련한 성능검증 품질보증체계 구축방안에 대하여 고찰하였다. 원자력 계에서 이용되고 있는 기존의 품질보증기술기준과 시험기관의 자격을 위한 일반요건인 ISO/IEC 17025를 살펴보고 이를 바탕으로 성능검증에 적용할 품질보증요건을 도출해 보고자 한다. 또한 원자력계에서 일반적으로 사용되고 있는 전력산업기술기준(KEPIC)의 품질보증체계의 성능검증에서의 적용가능성과 품질보증대상이 되는 성능검증의 주업무가 시험인 것을 고려하여 시험소 인정기구(KOLAS: Korea Laboratory Accreditation Scheme)의 활용가능성을 함께 검토하고자 한다.

2. 국내 성능검증 현황

2.1 국내 원전기기 성능검증 실태

외국의 경우에 검증기관들은 역사가 깊어서 거의 모든 시험항목을 하나의 기관에서 소화하는 경우가 대부분이며, 원전기기의 경우 1-2개의 기관이 참여하면 큰 어려움 없이 수행할 수 있는 기반을 갖추고 있으며 대외 공신력도 높아서 신뢰성을 인정받고 있다. 그러나 국내의 경우, 기기 성능검증을 위한 시험시설이 여러 기관에 산재되어 있고 그 설비도 원전 기기의 성능검증을 위해 충분하다고 할 수 없으며, 현재 국내의 여러 기관들이 성능보증체계구축의 일환으로 시설 확충에 힘쓰고 있다. 기술력에 있어서도 국부적인 시험을 수행할 수 있는 능력은 일부 시험기관이 보유하고 있으나 원전기기의 성능검증을 위한 일련의 시험을 모두 수행할 수 있는 기관은 없는 실정이다. KEPIC END 1200[8] 및 IEEE 600-1984[6]에 따르면 전기1급 기기의 검증을 위하여 다수의 조직이 결합한 형태로 수행할 수 있도록 하고 있다. 이 경우 결합된 조직은 검증시험을 실시하기 위한 프로그램을 수립하여야 하고 결합조직 중 한 조직이 선도조직(lead organization)으로 지정되어 수행할 시험의 범위에 대해서 기기 성능검증 요건을 준수하는 데에 전반적인 책임을 지도록 하고 있다. 또 참여조직에 기능적인 상관관계가 규정되도록 하고 있으며 선도조직은 시험조직으로서 간주되어 성능검증업무를 수행하도록 규정하고 있다.

1996년부터 국내 원전에 대한 기기의 성능검증을 위한 허가제도가 시행되어 왔으나 1999년 정부의 규제완화조치로 원자력법의 관련 조항이 삭제됨에 따라 신고제로 바뀌었다[3]. 또한, 원자로 및 원전 관계시설에 설치하는 부품과 파기부장관이 정하는 부품은 성능이 검증되어야 한다고 규정하였던 원자력법 시행령 제94조

내지 101조의 내용도 삭제되어 성능검증 분야에 대한 규제가 대폭 완화된 실정이다. KEPIC이나 ASME Code에서는 성능검증기관에 대한 인증시스템을 갖추고 있지는 않으며, 성능검증업 허가제도의 폐지로 이 부분의 보완이 요구된다. 기기제작자가 KEPIC/ASME 및 규제기관으로부터 인정되거나 자체 품질보증 프로그램에 의하여 용역의 공급자로서 관리감독이 이뤄지고 기기검증 시방서에서 요구되는 기술요건과 품질보증요건을 따르도록 할 수도 있으나, 이 경우 기기검증에 적합한 품질보증 기술기준이 마련되어 있지 않아서 불필요한 논란이 있을 수 있으며, 제3기관에 의한 공신력을 갖추기 위한 인증제도의 운영을 위해서는 품질보증 기술기준의 정비가 반드시 선행되어야 한다.

2.2 품질보증기술기준의 현황

어떤 업무에 품질보증을 적용하고자 할 경우에는 반드시 수행업무의 범위와 특성이 고려되어야 한다. 원자력설계만을 하는 기관은 그 분야가 원자력이라 해서 KEPIC QAP의 18개 요건을 모두 적용할 필요는 없다. 설계관리외에 지시서, 절차서 및 도면, 서류관리, 품질보증기록, 품질보증감사 등 설계업무와 관련하여 필요한 요건만을 적용하면 되는 것이다.

성능검증업무에 품질보증을 적용하고자 할 때에도 마찬가지이다. 성능검증업무의 특성을 고려하여 필요한 품질보증요건을 도출하여야 한다. 본 연구에서는 성능검증업무에 적합한 품질보증계획요건을 도출하기 위하여 원자력 분야에서 일반적으로 이용되고 있는 기존의 품질보증기술기준과 성능검증의 주된 업무가 시험 및 분석이라는 점을 고려하여 시험기관의 일반자격요건인 ISO/IEC 17025 등을 살펴보고자 한다.

2.2.1 KEPIC QAP-1[9] 및 ASME NQA-1[5]

ASME NQA-1은 미국에서 발행된 원자력 발전 분야에 적용되는 대표적인 품질보증기준이며 이를 근간으로 대한전기협회에서 발행한 기준이 KEPIC QAP-1이다. 원자력 품질보증업무는 원자력법에 근거하여 과학기술부령 제16호 「원자로시설등의 기술기준에 관한 규칙」 제4절 「원자로시설의 건설 및 운영에 관한 품질보증」 [2]에 따라 수행되고 있으며, 이의 모체가 KEPIC QAP 및 ASME NQA-1이다. 이들 기준은 18개항으로 구성되어 있으며, 원자력관련 사업자는 이 기준에 따라 업무를 수행하여야 한다. 그러나, 이 기준은 원자력시설의 건설 및 운영을 초점으로 하고 있어 이를 성능검증 분야에 적용하기 위해서는 품질보증에 관한 기본개념의 이해를 바탕으로 성능검증 업무의 범위와 특성이 감안

되어야만 실질적으로 성능검증에 적용 가능한 품질시스템을 구축할 수 있을 것으로 판단된다.

2.2.2 성능검증을 위한 품질보증계획에 관한 기준 (과기부 고시 96-20호)[1]

이 기준은 1996년 당시의 원자력 법 제42조의 3 제2호의 기준에 의하여 고시된 것으로 정부의 규제완화조치로 1999년 원자력법의 관련 조항이 삭제되어 그 적용 근거가 무효화된 기준이다. 당시의 성능검증업자의 품질보증계획의 수립에 기준이 되었던 것이기에 함께 살펴 보았다. 이 기준에 의하면 성능검증사업자는 원전사업자와 마찬가지로 18개 항목의 품질보증요소를 모두 적용하도록 하고 있다. 따라서 이 기준도 현실적으로 성능검증업자의 범위와 특성을 면밀히 고려하여 작성되었다고 보기에는 다소 무리가 있다고 판단되며, 기존의 품질보증기준을 참고로 원전 사업자와 대동소이한 요소를 적용토록 하고 있어 이 기준에 따라 품질보증계획을 수립한 경우 과도한 요건의 적용으로 업무의 수행에 어려움이 있었다.

2.2.3 KEPIC END 1200 「안전계통기기 검증시험 수행조직」 [8]

KEPIC END 1200 「안전계통기기 검증시험 수행 조직」은 전기1급 기기의 검증 시험 수행에 관한 프로그램을 제정하기 위한 요건을 기술하고 있으며, 전기1급 기기중 안전계통의 일부로서 식별될 수 있는 기기에 관한 검증시험을 실시하는 조직에 대해 적용한다. 이 기준은 기술적 요건(Technical requirement)을 만족시키기 위한 기술 프로그램과 입증된 능력에 관한 요건외에 품질보증계획의 요건들을 포함하고 있다.

품질보증계획 요건을 살펴보면, 성능검증에 적용할 품질보증요소에 대해 KEPIC QAP의 요건을 토대로 하여 적용 가능한 요소들을 선별하여 규정하고 있다. 이것은 품질보증요건의 도출시 적용업자의 특성을 고려한 것으로 본 연구에서 참고로 하였다. 그러나, 이 기준은 전기기기 1급에 적용할 수 있도록 되어 있어서 기계기기 및 I&C 기기에 대하여는 적용할 근거가 없다. 뿐만 아니라, 요건의 도출시 시험업자의 특성이 고려되지 않은 부분이 있어 전기 I 급 기기의 성능검증에 적용할 때에도 불합리한 점이 발견되었다.

2.2.4 ISO/IEC 17025와 KEPIC QAP-1의 비교

성능검증업자의 기본은 시험 및 분석으로 시험기관의 자격에 대한 일반요구사항인 ISO/IEC 17025[7]를 살펴

볼 필요가 있다. ISO/IEC 17025는 시험 및 교정기관의 자격에 대한 일반 요구사항인 ISO/IEC Guide 25를 근간으로 여러번의 개정을 거쳐 1999년 정식 규격으로 승인되었다. 우리나라에서도 국가기본법 제23조의 규정에 의해 표준 및 적합성평가체제를 구축하기 위하여 시험·검사기관인정제도를 운영하고 있다. 이의 추진을 위하여 산업자원부 고시 2001-205호 「시험·검사기관 인정제도 운용요령」 [4]을 공포하여 기술표준원 산하에 한국교정·시험기관인정기구(KOLAS)를 설치하여 운영하고 있다. 국내의 많은 시험기관들도 시험결과에 대한 공신력을 얻고자 ISO/IEC 17025 규정에 의한 품질시스템을 수립하여 KOLAS로부터 공인시험소로 인정을 받고 있는 추세이다. 현재는 KOLAS가 ILAC(International Laboratory Accreditation Corporation)과 상호인정협정을 맺음으로써 국제공인시험기관으로서 그 공신력을 더욱더 높일 수 있게 되었다.

ISO/IEC 17025는 크게 경영요건과 기술요건으로 나뉘어져 있으며 경영요건은 KEPIC QAP-1[9]의 요건과 비교하면 상당한 부분이 일치하며 기본적인 품질시스템에 관한 개념은 동일한 것으로 판단된다. 그러나, KEPIC QAP-1과는 달리 ISO/IEC 17025에는 고객에 대한 서비스, 불만사항, 예방조치와 같은 요건들이 있는데, 여기에는 고객을 배려하고 그들의 요구를 충족시키고자 하는 노력이 엿보인다. 그 밖에 KEPIC QAP-1과의 또 하나의 큰 차이점은 기술요구사항이다. 이것은 시험결과의 신뢰성 및 정확성에 직접적으로 영향을 미칠 수 있는 사항으로 환경조건, 시험방법, 장비, 측정의 소급성 및 불확도, 시험결과와 품질보증 등이 여기에 해당한다. ISO/IEC 17025와 KEPIC QAP-1을 비교하면 <표 1>과 같다. 표 1에서 보는 바와, 규격간 상호 관계에 있어서 서로 부합되는 점이 많다고 하더라도 완전히 일치하는 것은 아니며, KEPIC QAP-1과는 사뭇 다른 점이 발견되는데, 이것은 ISO/IEC 17025가 시험기관의 업무 특성을 충분히 감안하여 품질시스템을 갖추는 데 목적을 두고 개발된 규격이기 때문이다. 따라서, 원자력발전소의 건설 및 운영에 적용되는 KEPIC QAP-1의 요건을 시험업자가 추가 되는 성능검증 품질보증에 그대로 적용하는 것은 무리가 따를 수 밖에 없으며, 시험기관의 특성에 맞도록 적용성을 검토하는 일이 필수적으로 요구된다고 하겠다.

3. 성능검증 품질보증기술기준의 수립

3.1 품질보증요건의 도출

품질보증요건은 수행 사업의 특성과 범위가 고려되어

<표 1> 품질보증기술기준 비교표

ISO/IEC 17025	KEPIC QAP-1
4.1 조직 및 경영	1. 조직
4.2 품질시스템	2. 품질보증계획
4.3 문서관리	5. 지시서 절차서 및 도면, 6. 문서관리
4.4 요청, 입찰 또는 계약검토	-
4.5 시험 및 교정의 위탁	-
4.6 서비스 및 물품의 구매	4. 구매서류관리, 7. 구매품목 및 용역의 관리
4.7 고객에 대한 서비스	-
4.8 불만사항	-
4.9 부적합시험 작업에 대한 관리	15. 부적합품목의 관리
4.10 시정조치	16. 시정조치
4.11 예방조치	-
4.12 기록	17. 품질보증기록
4.13 내부감사	18. 품질감사
4.14 경영자 검토	2. 품질보증계획
5.1 일반사항	-
5.2 직원	2. 품질보증계획
5.3 장소 및 환경조건	2. 품질보증계획
5.4 샘플링을 포함한 시험 및 교정 방법	-
5.5 장비	12. 측정 및 시험기기
5.6 측정의 소급성	-
5.7 샘플링	-
5.8 시험 및 교정 품목의 취급	13. 취급, 저장 및 운송, 8. 시험품목의 식별 및 관리
5.9 시험 및 교정 결과의 품질보증	-
5.10 결과보고	-

결정되어야 한다. 성능검증이 원자력분야라 하여 KEPIC QAP-1을 그대로 적용하는 것은 성능검증업무의 특성상 무리가 따를 수 있으며, 성능검증의 주업무가 시험이라 해서 일반적인 시험기관의 자격요건인 ISO/IEC 17025를 그대로 적용하는 것 또한 원자력분야에 부합되지 않는 부분이 있다. 그러므로 KEPIC QAP-1 또는 ASME NQA-1의 기준을 바탕으로 시험업무의 특성을 고려하여 요건을 선별하여 적용하면 좋을 것으로 판단된다. 원자력분야의 일반적인 품질보증기준인 KEPIC QAP-1을 중심으로 시험기관의 일반자격요건인 ISO/IEC 17025와 비교하여 전기기기 뿐만 아니라 기계기기 및 I&C기기 등 성능검증 전반에 적용가능한 품질보증요건들을 제시해보면 다음과 같다.

1) 조직

KEPIC QAP-1, 기본요건 1 「조직」과 보충요건 1S-1 「조직」은 성능검증전반에 적용가능한 것으로 판단된다. ISO/IEC 17025에도 '조직'에 해당하는 요건이 있다. 품질에 영향을 미치는 업무를 수행하는 조직의 체계, 책임 및 권한, 협조 관계 등이 규정되어야 하며, 품

질확인업무를 수행하는 담당자는 충분한 권한이 있어야 하며 조직상 독립되어야 한다. 품질문제를 제기하고 해결방안을 제시하며, 이행상태를 확인하는 조직은 경영층에 직접 접촉이 가능하여야 한다.

2) 품질보증계획과 담당자 요건

KEPIC QAP-1, 기본요건 2 「품질보증계획」과 보충요건 2S-1 「검사 및 시험원의 자격인정」 및 2S-2 「비파괴 검사원의 자격인정」은 시험 및 검사를 담당하는 요원들에게 적용할 수 있다. 또한 품질감사자에 대하여 2S-3 「품질감사자의 자격인정」은 적용 가능하다. 품질보증계획에는 적용 대상업무와 범위가 명시되어야 하며 품질보증계획을 수립할 때에는 품질에 영향을 미치는 업무의 기술적인 특성을 고려하여야 한다.

3) 설계관리

KEPIC QAP-1 기본요건 3항 「설계관리」와 보충요건 3S-1 「설계관리」는 적용할 수 없다. 성능검증업무에 설계의 개념은 포함되어 있지 않으며, ISO/IEC 17025와 KEPIC END 1200에도 '설계관리'에 해당하는 요건은 없다. 성능검증 설비의 설계에도 이 요건이 적용

된다고 주장할 수 있으나 성능검증업무에 대한 품질보증의 대상은 결국 시험업무에 국한되어야 한다. 또한, 성능검증시험설비는 이 설비 자체가 원자력에 직접 사용되는 것이 아니므로 원전건설에 적용되는 요건과 동일한 관리가 요구되는 것은 아니다. 이러한 이유로 시험설비의 설계는 설계관리대상에서 제외된다. 설치 후 성능검증시험의 결과에 영향을 주는 설비에 대해서는 그 건전성을 시험전에 확인하는 것으로 충분하다.

4) 구매문서관리

KEPIC QAP-1 기본요건 4항 「구매문서관리」와 보충요건 4S-1 「구매문서관리」는 적용가능한 것으로 판단된다. KEPIC END 1200에서는 이 요건을 전기 I급 기기에 적용할 수 없다고 규정하고 있으나, ISO/IEC 17025에서는 시험기관은 output인 시험결과와 품질에 영향을 미치는 물품 및 서비스에 대한 구매문서에 주문한 물품 및 서비스를 기술하는 데이터를 포함해야 하고 이러한 구매문서는 기술책임자가 기술적인 내용을 검토하도록 규정하고 있다. 성능시험에 있어서도 필요한 물품이나 서비스의 구매시에는 의도된 기능을 발휘하는 정확한 품목이 구매될 수 있도록 구매서류에 요구되는 기술적사항, 품질사항, 문서요건 등의 필요한 내용들이 기술되어야 하고 이는 적절한 자에 의해 검토되어야 할 것으로 판단된다.

5) 지시서, 절차서 및 도면

KEPIC QAP-1 기본요건 5항 「지시서, 절차서 및 도면」은 적용 가능하다. 품질에 영향을 미치는(시험결과에 영향을 주는) 업무는 문서화된 절차서, 지시서에 규정되어야 하며, 이에 따라 수행되어야 한다. 이러한 문서는 규정된 업무가 만족스럽게 수행되었음을 결정할 수 있는 적절한 정량적 또는 정성적인 합격기준이 포함되거나 인용되어야 한다.

6) 문서관리

KEPIC QAP-1 기본요건 6항 「문서관리」와 보충요건 6S-1 「문서관리」는 적용 가능하다. 성능검증 시험의 결과에 영향을 미치는 업무를 규정한 문서의 작성, 발행 및 변경은 정확한 문서가 업무에 사용될 수 있도록 관리되어야 한다. 변경분을 포함한 이러한 문서들은 권한이 부여된 자에 의하여 검토되고 승인되어야 한다.

7) 구매 품목 및 용역(Service)의 관리

KEPIC QAP-1의 기본요건 7항 「구매품목 및 용역의 관리」 및 보충요건 7S-1 「구매 품목 및 용역의 관리」는 적용가능한 것으로 판단된다.

KEPIC END 1200에서는 건조 질소, 증류수, 수력유체 등과 같이 시험에 사용되는 매체와 자재가 적용되는 검증시험방식의 요건에 적합한지를 확인하기 위한 방안이 수립되어야 하며, 이 방안에는 구매규정, 인수검사, 자재의 취급 및 저장, 부적합품의 관리 등이 포함된다고 규

정하고 있다. ISO/IEC 17025에서는 구매물품 및 서비스가 구매서류에 부합하는지 검증하는 것 외에 시험품질에 영향을 미치는 주요 소모품, 물품 및 서비스의 공급자를 평가하도록 요구하고 있다. 성능검증에서도 성능검증시험의 결과에 영향을 미치는 주요한 품목에 대해서는 공급자 평가를 실시하는 것이 바람직한 것으로 생각되며, ISO/IEC 17025에서 요구하는 것과 같이 공급자평가를 포함하여 「구매 품목 및 용역의 관리」 전체가 적용되어야 할 것으로 판단된다.

8) 시험품목의 식별 및 관리

KEPIC QAP-1 기본요건 8항 「품목의 식별 및 관리」와 보충요건 8S-1 「품목의 식별 및 관리」는 고객으로부터 접수된 시험품목에 한하여 적용되어야 할 것으로 생각된다. 시험업무의 output은 시험결과로 품질보증의 대상 또한 시험업무 자체에 한정되어야 하며, 식별관리의 대상은 시험품목에 한정되어야 한다. 적절한 시험 품목이 입수되고 이 품목의 식별이 전 시험과정에서 유지될 수 있는 방안을 수립하여야 한다. 이것은 ISO/IEC 17025 및 KEPIC END 1200의 내용과 일치한다.

9) 특수공정관리

KEPIC QAP-1 기본요건 9항 「특수공정관리」와 보충요건 9S-1 「특수공정관리」는 검증시험의 업무수행에 특수공정으로 관리되어야 할 공정이 요구되거나 필요한 경우 적용되어야 한다. 성능검증을 제외한 일반적인 시험기관에서는 특수공정업무가 없기 때문에 ISO/IEC 17025에는 해당요건이 없다. 성능검증에서는 비파괴검사와 같은 특수공정이 요구되는 경우가 있으므로 KEPIC END 1200에서 규정한 것처럼 「특수공정관리」가 필요하다.

10) 검사

KEPIC QAP-1 기본요건 10항 「검사」 및 보충요건 10S-1 「검사」는 부분적으로 적용 가능하다. 검증시험업무가 규정된 요건에 적합한 지를 확인하기 위하여 검사영역의 특성을 고려하여 검사방법을 포함한 검사계획을 수립하여야 한다. 검사결과는 문서화되어야 하며, 검사는 대상업무를 직접 수행하지 않은 제 3자에 의하여 수행되어야 한다. ISO/IEC 17025에서는 시험품목의 인수시 인수검사를 수행하도록 「시험품목의 취급」에 규정하고 있으며, 일반시험기관에서는 인수검사 외의 검사업무가 없기 때문에 「검사」에 관한 별도의 요건은 없으며, 인수검사에 해당되는 내용은 구매관련 요건에 포함되어 있다. 성능검증에서의 실제 필요한 검사업무를 살펴보면 인수검사(component homogeneity inspection 포함), 공정중검사, 시험후검사를 들 수 있으며, 최종검사 및 가동중검사는 해당사항이 없다. 그러므로 KEPIC END 1200에서와 같이 최종검사와 가동중검사를 제외하고 KEPIC QAP-1의 「검사」요건은 적용되어야 한다.

11) 시험관리

KEPIC QAP-1 기본요건 11항 「시험관리」 및 보충요건 11S-1 「시험관리」는 적용가능하다. '시험관리'의 구체적인 업무내용을 살펴보면 크게 시험계획서 및 시험절차서의 작성, 시험보고서의 작성으로 나누어 생각할 수 있다. 성능검증은 일련의 시험을 차례로 수행하여야 하기 때문에 맨처음 시험이 시작되기 전에 성능검증계획서(Equipment Qualification Plan; EQ plan)가 작성되어야 한다. 그 밖에 시험절차서는 「지시서, 절차서 및 도면」에서 다루어질 수 있으나, 시험보고서의 작성은 성능검증업무에서 최종적으로 수행되는 무엇보다도 중요한 일로 ISO/IEC 17025에서는 기술요구사항 5.10 「결과보고」에서 '시험성적서'에 관하여 명시하고 있다. 성능검증에서도 시험보고서에 관한 내용은 이 요건에서 다루어지거나 ISO/IEC 17025에서 처럼 별도의 요건으로 규정되어야 할 것으로 판단된다.

KEPIC END 1200에서는 시험관리중 시험결과의 합격여부를 평가하도록 요구하는 요건을 제외하는 것으로 규정하고 있으나, 성능검증기관이 다른 시험기관과 다른 점은 시험결과의 판정에 있다. 그러므로, 시험관리에 대한 KEPIC END 1200의 내용은 현실에 적합하지 않으며, 시험결과의 합격여부의 평가를 포함하여 '시험관리' 요건이 그대로 적용되어야 할 것으로 보인다.

12) 측정 및 시험기기의 관리

KEPIC QAP-1 기본요건 12항 「측정 및 시험기기의 관리」 및 보충요건 12S-1 「측정 및 시험기기의 관리」는 적용 가능하다. 품질에 영향을 미치는 업무에 사용되는 공구, 계기, 기구를 포함하는 측정 및 시험장비는 관리되어 허용오차내의 정밀도를 유지할 수 있도록 주기적으로 교정되어야 한다. 이 요건이 적용되는 계측기는 시험 데이터를 취득하는 데 직접 관련되는 것으로 성능검증 데이터의 품질에 직접적인 영향을 미치는 것으로 한정되어야 한다. 시험설비에 부착되어 시험 데이터의 획득에 직접 사용되지 않는 계측기류에 이 요건을 적용할 경우에는 신중한 검토가 있어야 할 것이다.

13) 취급, 저장 및 운송

KEPIC QAP-1 기본요건 13항 「취급, 저장 및 운송」 및 보충요건 13S-1 「취급, 저장 및 운송」은 시험중인 기기에 대해서 적용 가능하다. 일반시험기관에서도 ISO/IEC 17025 기술요구사항 5.8 「시험품목의 취급」요건에 따라 시험품목을 취급, 저장 및 운송하도록 요구받고 있다. 성능검증기관에서 8항 「시험품목의 식별 및 관리」와 13항 「취급, 저장 및 운송」은 모두 시험품목에만 적용해야 하는 요건으로 ISO/IEC 17025에서처럼 두 요건을 「시험품목의 취급」으로 통합하여 적용하는 것도 적절한 방법으로 판단된다.

14) 시험, 검사 및 운전 상태

KEPIC QAP-1 기본요건 14항 「검사, 시험 및 운전 상태」는 요구되는 검사 또는 시험이 수행되지 않은 품목이 부적절하게 설치 또는 사용되거나 운전되지 않도록 검사나 시험결과를 품목이나 추적가능한 문서상에 식별표시하도록 하는 것으로 성능검증에서와는 차이점이 있다. 검사 또는 시험이 수행되지 않은 품목이 부적절하게 설치되거나 사용되지 않도록 하는 것이 목적이 될 수 없다. 대신에 일련의 시험을 차례로 수행하여야 하는 성능검증에서는 제조공정과 유사하게 현재 어떤 시험 또는 검사가 진행중인지를 확인하고 필요한 시험 또는 검사가 누락되는 일이 없도록 하기 위해 시험공정 관리가 필요할 것으로 판단된다. ISO/IEC 17025에서도 '시험, 검사 및 운전상태'에 해당하는 요건은 없으며, 성능검증에서 시험품목에 대한 검사 또는 시험상태는 시험품목의 식별 및 관리요건과 공정관리요건만으로 충분히 확인될 수 있어 '검사, 시험 및 운전상태' 요건은 적용되지 않는다고 할 수 있다.

15) 부적합품목 관리

KEPIC QAP-1 기본요건 15항 「부적합 품목의 관리」 및 보충요건 15S-1 「부적합품목의 관리」는 ISO/IEC 17025에서와 같이 「부적합시험작업의 관리」로 변형적용하여야 한다. 원자력시설의 건설, 운영 등에서의 부적합사항은 결국 부적합품목이다. 그러나, 성능검증시험에서의 부적합사항은 부적합시험작업이 된다. 원자력시설의 건설 및 운영에서는 부적합품목에 대해 그 품목이 사용자(use-as-is)인지 재작업(rework) 또는 보수(repair)가 필요한지 폐기(reject)되어야 할 것인지를 기술적으로 판단하여야 한다. 마찬가지로 성능검증을 포함한 시험기관에서는 부적합시험작업에 대해 그 결과를 그대로 사용할 것인지(현상대수락) 부적합사항을 원래의 요구사항에 일치하도록 복원 또는 수정할 것인지(수정), 고객에게 '현상대수락'을 요청하여 고객의 승인을 받을 것인지(고객승인) 재시험을 수행할 것인지(재시험수행) 등의 기술적 판단을 내려야 한다.

16) 시정조치

KEPIC QAP-1 기본요건 16항 「시정조치」는 적용 가능하다. 성능검증업무 수행시 발생하는 품질위배사항은 식별되고 시정조치가 취해질 수 있도록 하여야 한다.

17) 품질보증기록

KEPIC QAP-1 기본요건 17항 「품질보증기록」 및 보충요건 17S-1 「품질보증기록」은 교정기록, 감사 및 시정조치 기록, 요원의 자격부여 기록, 시험 및 검사 기록 등에 대하여 적용이 가능하다. 성능검증에서는 관리의 대상이 운전기록이 아닌 시험 관련 기록이 되는 것이다.

18) 감사

KEPIC QAP-1 기본요건 18항 「품질보증감사」 및 보충요건 18S-1 「품질보증감사」는 시험조직 또는 결

<표 2> 품질보증 요소의 적용성

적용 ^ 부분/변형적용 - 미적용	
기 본 요 건 항 목	적용여부
1. 조직	○
2. 품질보증계획	○
3. 설계관리	-
4. 구매서류의 관리	○
5. 지시서, 절차서 및 도면	○
6. 서류관리	○
7. 구매품목 및 용역의 관리	○
8. 품목의 식별 및 관리	△
9. 특수공정 관리	○
10. 검사	△
11. 시험관리	○
12. 측정 및 시험장비의 관리	○
13. 취급, 저장 및 운송	△
14. 시험, 검사 및 운전상태	-
15. 부적합사항의 관리	△
16. 시정조치	○
17. 품질보증기록	△
18. 품질보증감사	△

합된 조직에 대하여 적용한다. 결합된 조직내에서의 품질감사는 외부감사의 개념을 적용하지 않고 내부감사로 간주한다. 결합된 조직형태로 성능검증을 수행할 경우에는 선도조직이 수립한 품질보증계획내에서 업무가 수행된다고 할 수 있기 때문이다.

이상과 같이, 품질보증요소들은 그 개념에 따라 성능검증 업무의 특성을 감안하여 그 적용성을 종합적으로 정리하면 <표 2>와 같다. 그리고 앞서 언급했듯이, 표에서 제시된 요건외에 '시험공정관리'가 추가적으로 필요할 것으로 판단된다.

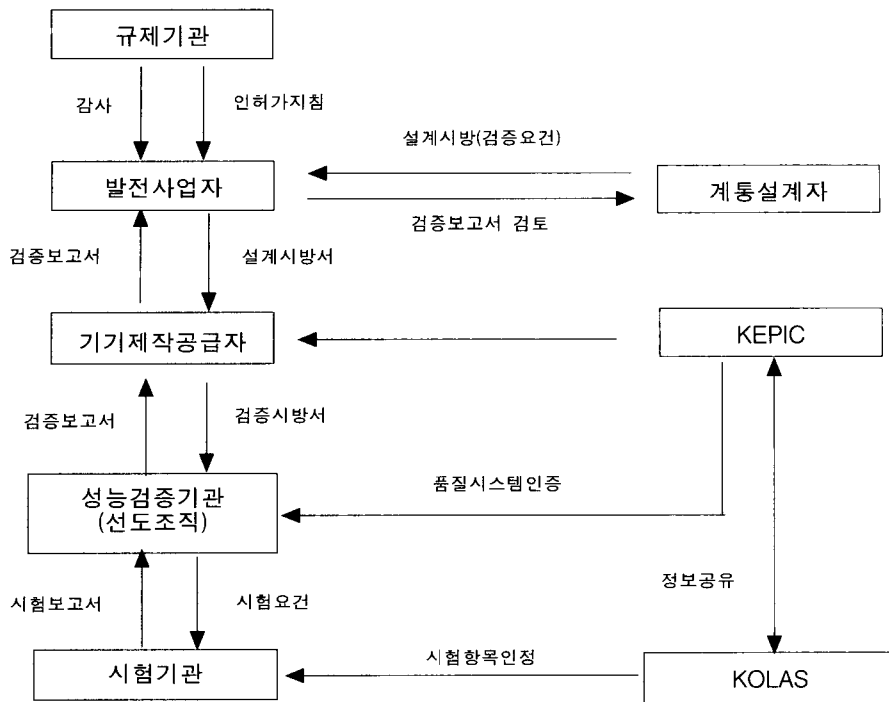
3.2 품질보증 기술기준의 수립

과기부고시 제96-20호 「성능검증을 위한 품질보증기술기준에 관한 세부기준」이 그 법적 적용근거가 원자력법의 개정으로 상실됨에 따라 적절한 성능검증 품질보증기술기준이 없는 실정이며 과기부 고시 제96-20호도 성능검증업무에 적용하기에는 상당한 무리가 따를만큼 과도한 요건을 포함하고 있었다. 현재 개발되어 있는 KEPIC END 1200은 전기기기 1급에 적용할 수 있도록 되어 있어서 기계기기 및 I&C 기기에 대하여는 적용할 근거가 없으며, 재료의 검증을 위한 기준도 없는 실정이다. 또한, 앞에서 살펴본 바와 같이 KEPIC END 1200의 경우에도 성능검증시험의 특성이 충분히 감안되었다고 보기 힘들며, 성능검증에 적용하기에는 불합리한 점이 있다. 따라서 성능검증 업무에 대한 특성을 고려한 품질보증기술기준의 개발이 필요하다. 이렇게 개발된 기

술기준을 성능검증시방서에서 채택하여 적용하도록 권고하면 매 계약시마다 품질보증요건의 적용성을 검토하는 번거로움을 감소시킬 수 있으며, 적용여부에 대한 논란거리도 줄일 수 있으리라 판단된다. 앞서 성능검증의 업무의 특성을 감안하여 도출된 품질보증요건을 기본으로 하여 KEPIC 성능검증 품질보증기술기준을 제정하고 이를 성능검증기관에서 이용하도록 한다면 불필요한 논란을 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

4. 성능검증 품질보증인증체제의 정립

사업의 수행체제의 형태에 따라 품질보증인증체제의 구조는 달라질 수 있다. 계약의 범위와 참여기관의 책임 한계에 따라 선도기관의 품질보증계획이나 참여 시험기관의 품질보증계획에 반영할 품질보증요소의 적용 범위가 많이 달라지기 때문이다. 국내의 경우 성능검증을 위한 시험시설이 여러기관에 산재되어 있어 결합된 조직에 의해 검증이 수행될 수 밖에 없다. 현재, 관련기관들이 성능검증통합체제의 구축을 추진하고 있으며, 이 경우 결합조직중 한 조직이 선도조직(lead organization)으로 지정되어 수행업무에 대한 전반적인 책임을 지게 되며, 참여기관은 특정 시험만을 수행하게 된다. 따라서 시험업무의 특성을 고려하여 제안된 KEPIC 성능검증 품질보증기술기준을 선도기관을 중심으로 하는 성능검증기관에 적용하도록 하는 KEPIC 품질보증인증체제의 도입을 제안한다. 그리고, 특별히 참여시험기관에 대해서는 그 역할이 세부시험의 수행에 국한되어 있음을 고려하여 가능한 경우 특정 시험에 대해 KOLAS 인정체계를 활용해 경쟁력과 공신력을 제고시킬 수 있는 방안을 <그림 1>과 같이 제시한다. 성능검증시험을 수행하는 기관중에는 산업기술시험원, 한국기계연구원과 같이 이미 특정 시험분야에 대해 KOLAS로부터 인정을 받아 시험을 수행하고 있는 기관도 있다. 이와 같이 성능검증 분야에는 특별한 품질인증체도가 없어 일반 시험기관의 자격요건인 ISO/IEC 17025에 따라 품질인증체제를 갖추고 시험성적서를 발행하고 있는 기관에 그것과는 별개로 KEPIC 성능검증 품질보증기술기준에 따라 품질보증 시스템을 다시 수립하라고 한다면 무리한 요구가 될 수 있을 것이다. 그러므로 참여시험기관에 대해서는 KEPIC이나 규제기관에서 KOLAS 인정체계를 그대로 인정해주는 융통성이 필요할 것으로 생각된다. 이 경우, 성능검증 품질보증기술기준에서는 요구되지만 ISO/IEC 17025에는 없는 '시험공정관리'와 '검사'와 같은 필요한 요건은 성능검증업무의 시작과 함께 작성되는 성능검증 계획서(Equipment Qualification Plan; EQ Plan)에 명시하여 적용하도록 하면 문제가 없을 것으로 판단된다.



<그림 1> 원전기기 성능검증체제

5. 결론

성능검증에 적합한 품질보증요건을 도출하기 위해서 기존의 품질보증기술기준을 조사하였다. 원자력분야의 일반적인 품질보증기술기준인 KEPIC QAP-1을 중심으로 시험기관의 자격에 대한 일반요구사항인 ISO/IEC 17025와 비교하여 성능검증에 적합한 품질보증요건을 도출하였다. 이 결과를 활용하여 KEPIC 성능검증 품질보증기술기준으로 제정하고 선도조직을 중심으로 하는 성능검증기관에서 이용하도록 하는 방안을 제안하였다. 또한, KEPIC 품질보증인증체계의 도입을 제안하였으며, 특히 특정시험을 수행하는 참여기관에 대해서는 가능한 경우 KOLAS 인정체계를 활용하도록 하는 방안을 제안하였다.

본 연구의 결과는 성능검증기관들의 품질보증계획의 수립에 크게 기여할 것으로 판단되며, 제안된 성능검증기관 품질보증체계를 통하여 국내 원자력 성능검증체계 구축에도 주도적 역할을 할 것으로 기대된다. 또한 향후 원자력규제기관 및 KEPIC에서 성능검증 관련 기술기준을 개발할 때에도 활용될 수 있을 것이다.

그러나, 이 연구결과 또한 실제로 성능검증에 적용하고자 하는 경우 이론과는 달리 문제점이 있을 수 있다. 실행하는 동안 문제점을 파악하고 합의점을 도출하는 일련의 활동을 통해 성능검증 품질보증인증체제는 개선되고 발전될 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] 과기부 고시 96-20호 「성능검증을 위한 품질보증계획에 관한 기준」, 1996
- [2] 과기부령 제 16호 「원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙」 제4절 「원자로시설의 건설 및 운영에 관한 품질보증」, 2001
- [3] 박인규, 김용수, 김인석, 장호성, 이세현, 배영찬, 김희율, 김종경; “원전기기검증 최적화 연구”, C98NT03, 한국전력공사 원자력안전처, 2000.
- [4] 산업자원부 고시 2001-205호 「시험·검사기관 인정제도 운용요령」, 2001
- [5] ASME NQA-1-1997, Quality Assurance Requirements for Nuclear Facility Applications, 1997
- [6] IEEE 600-1984; IEEE Trial-Use Standard Requirements for Organizations that Conduct Qualification Testing of Safety Systems Equipment for Use in Nuclear Power Generating Stations, 1984
- [7] ISO/IEC 17025, 「시험 및 교정기관의 자격에 대한 일반 요구사항」, 1999
- [8] KEPIC END 1200 「안전계통기기 검증시험 수행조직」, 2000
- [9] KEPIC QAP-1-1996 추록, 원자력 품질보증 기술기준, 1996