

원자력시설에서 안전성, 성숙도, 복잡성을
고려한 품질등급에 관한 연구

- A Study on Quality Category Considering Safety, Maturity and
Complexity in Nuclear Facility -

지 철 구 *
Ji, Chul Goo
권 혁 일 *
Kwon, Hyuk Il

Abstract

This study presents a method of quality category classification by safety, maturity, complexity, and what types and extent of controls and verifications are applied to specific products and services during the various stages of a nuclear facility life cycle. All products, services and processes have various controls and verifications built in to ensure they perform their functions satisfactorily. The highest grade should require the most stringent application of the quality assurance requirements ; while, the lowest grade should require the least stringent. When products or services are modified, the assigned grade of quality assurance requirements could become more stringent or less stringent depending on the significance in nuclear safety. Applying QA program always costs money, and they should be applied and focused to the extent where necessary and not applied or applied to a lesser degree for less important activities. An efficient QA program should be developed to satisfy the necessary requirements and to ensure the required confidence in quality, but without unnecessary stipulations. Not all the requirements of QA standard must be applied identically to all products and services which are to be provided.

Key Word: Safety, Maturity, Complexity, Quality Category, QA Program

* 한국원자력연구소

1. 서론

우리나라는 그 동안 안정적인 에너지원의 확보를 위해 많은 노력을 기울여 왔으며, 특히 지난 70년대 두 차례의 에너지위기 이후 에너지 다변화 정책을 수립·시행해 오면서 원자력 발전을 본격적으로 추진해 왔다. 그 결과 2004년 현재 19기의 원전이 가동되고 있고, 원전 발전량은 전체 전력생산량의 40% 이상을 점하고 있으며[3], 에너지자원의 대부분을 해외에 의존하고 있는 우리나라는 2003년 한해동안 304억달러의 원유 및 석유제품을 포함하여 총 383억달러의 에너지를 수입하였으며[4], 이는 우리나라 전체 수입액의 약 21%를 차지하는 막대한 규모로서 안정적인 에너지원의 확보는 국민경제적인 측면에서뿐만 아니라 국가안보 차원에서 중요한 과제의 하나가 되고 있다[6]. 한편, 우리 원전산업은 세계 7위의 원자력 이용국가라는 양적인 성장과 함께 한국표준형 원전을 독자적으로 건설할 수 있을 만큼의 기술자립도 이루었다.

원자력시설의 안전성은 시설자체에 대한 안전과 시설을 운영·관리하는 활동에 대한 안전을 확보함으로써 보장된다. 원자력시설 설비자체의 안전성은 원자력시설의 설계, 구매, 제작, 건설, 운영, 해체 등 전 단계에서 설비의 안전성을 확인함으로써 확보된다. 시설의 운영·관리측면에서의 안전성은 원자력시설 운영에 관한 각종 기준 및 절차의 적합성, 이의 준수여부에 대한 관리·감독 및 운전원의 교육·훈련을 통한 자질 향상 등을 통해 확보된다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 “구조물, 계통 또는 기기가 가동 중에 여러 기능을 만족하게 수행할 것이라는 확신을 주기 위하여 필요한 계획적이고 체계적인 모든 활동”인 품질보증을 적용하고 있다.

1978년 4월 고리 1호기가 첫 가동된 이래 지금은 고리, 월성, 영광, 울진 등에 모두 18기의 원전, 연구용원자로, 핵연료가공사업, 방사성폐기물사업, 및 원자력시설 해체사업 등에도 품질보증이 적용되고 있으며, 원자력시설의 안전성 확보를 위하여 관련 기준을 충족하고 효율적인 원자력시설 운영을 위하여 각 구조물, 설비 및 기기의 중요도와 기능 즉 안전성 요인에 따라 품질등급으로 구분하여 품질활동을 수행하고 있다.

원자력 법령이나 관련 표준에 따르면 원자력시설의 품질보증 프로그램에는 적용되는 품목, 용역 및 공정을 식별해야 한다. 품질보증 프로그램에는 적용되기 위해서는 품목, 용역 및 공정에 대한 적절한 방법이나 관리 및 확인 수준이 설정되어야 한다. 또한, 모든 프로그램은 안전에 중요한 영향을 주는 활동을 관리 및 확인하도록 되어 있다 [1][2][5][7][8]. 모든 품질보증 요건을 모든 품목 및 용역에 적용할 필요는 없으며, 현실을 고려하여 품목 및 용역에 적용되는 품질보증 요건을 등급화하여 관련 품질요건을 만족시키고 요구된 품질의 신뢰수준을 만족시키기 위하여 효율적인 품질보증 프로그램을 개발해야 한다.

그러나, 기존의 품질등급에 의한 접근방법은 안전성만을 고려하여 복잡성, 성숙도 등과 같은 복합요인을 고려하지 못하여 동일한 구조물, 설비 및 기기는 항상 동일한 품질등급으로 분류되어 동일한 품질보증 요건이 적용되고 있다. 품질등급에 따라 적용되는 품질보증 요건의 차이가 있어 발생하는 비용에도 차이가 있다.

따라서, 품질등급 결정시 복잡성, 성숙도, 안전성 등의 다양한 요인들을 고려한다

면 품질등급이 변경될 수도 있다. 본 연구에서는 안전성, 복잡성, 성숙도, 등의 요인을 고려하여 품질등급을 분류하는 방법을 도출하고자 한다.

2. 원자력시설의 품질보증

2.1 원자력시설의 품질보증 개념

원자력시설에서 요구되는 “품질”이란 “모든 기기들이 어떠한 관점에서 보더라도 만족스럽게 가동 하는 것”이라고 할 수 있으며 <표 1>과 같이 요약할 수 있다.

<표 1> 원자력시설의 품질보증

구분	내용
사회적인 관점	- 안전성이 확보되어 있어 있을 것
기술적인 관점	- 계통 및 기기의 신뢰도가 높고 - 운전조작이 편리하며 - 유지보수가 용이 할 것
경제적인 관점	- 경제성이 우수할 것

여기서 사회적인 관점에서 본 안전성의 확보란 일반 대중과 원자력시설을 방사선으로부터 안전하게 보호하는 것으로 원자력시설에서는 최우선적으로 두고 있으며, 원자력시설에서의 품질보증 활동은 이러한 안전성의 확보를 궁극적인 목표로 하여 추진하고 있다. 원자력시설은 사회적인 관점에 비추어 어떤 설비보다도 고도의 안전성이 요구되기 때문에 일반 산업분야에서 적용하고 있는 품질보증 활동보다 그 관리 대상 분야를 확장시킨 더욱 엄격하게 적용하고 있다.

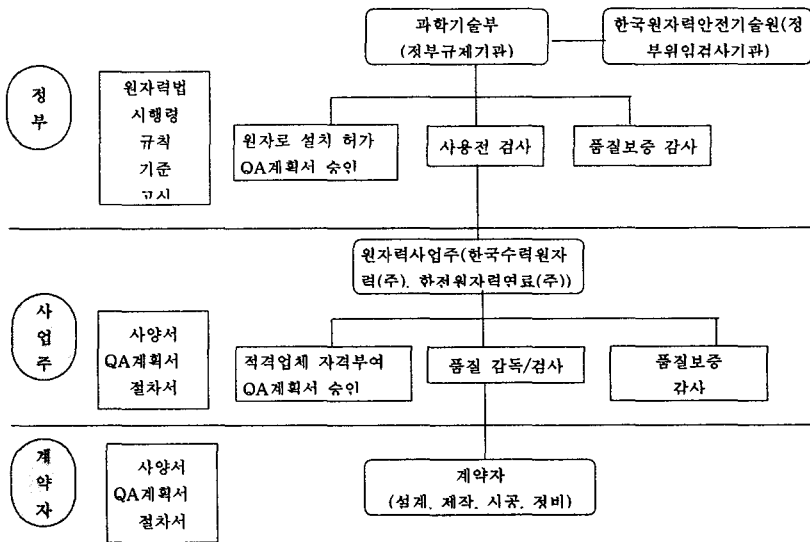
원자력시설에 있어서의 품질보증은 “원자력시설의 구조물이나 계통 또는 기기 등이 가동중 제 기능을 만족스럽게 발휘할 것이라는 확신을 줄 수 있도록 계획을 세우고, 정해진 절차에 따라 업무를 수행하며, 또한 이들 업무가 만족스럽게 수행되는지를 확인, 평가하고, 시정조치하는 일련의 체계적인 모든 활동”이라고 정의 할 수 있다. 즉, 요구되는 소정의 품질을 확보하기 위하여 우선 조직, 작업방법, 확인방법 등 업무체계를 만들고, 다음으로 설계, 구매, 제작, 건설, 운전, 유지보수, 해체, 폐기 등 각 단계별 작업을 계획적으로 실행함과 동시에, 그 작업이 확실하게 수행될 수 있도록 관리하여, 최종 품질이 요구한대로 달성되었음을 확신하여 주는 것이다.

2.2 국내 품질보증 체계

원자력시설은 설계, 구매, 제작, 건설, 운영 및 해체 등 시설의 전 수명단계에 고장

이 나면 그로 인한 복구비나 운전정지에 따른 경제적 손실이 막대하고 원자력시설에서 사고가 발생하여 대형화될 경우 시설에 근무하는 직원은 물론 인근 주민에게 까지 방사선 재해로 인해 인명과 재산의 피해 및 주변 환경 오염을 초래할 수 있고 이러한 사고를 미연에 방지할 수 있는 안전성 확보를 위해서 품질보증을 적용한다. 국내 원자력 시설의 설계, 제작, 건설, 운영 및 해체 등과 관련된 정부와 원자력사업자, 계약자간의 조직별 품질보증 수행체계는 <그림 1>과 같다. 국내에서는 사업 착수전에 반드시 품질 보증에 관한 계획을 수립하여 운영하도록 하고 있으며 품질확인 은 정부, 사업자, 계약자간의 다중 확인체계로 구성되어 있다.

즉, 정부에서는 사업자의 품질보증계획서를 검토하여 승인하고 검사나 감사를 통해 품질보증계획의 이행상태를 확인하며, 사업자는 품질보증계획을 수립하여 이에 따라 건설 및 운영에 관련된 품질활동을 수행한다. 또한, 사업자는 계약자의 품질보증계획서를 검토, 승인하고 계약자의 품질활동이 품질보증계약에 따라 이행되는지를 검사 및 감사를 통하여 확인하며 계약자는 계약서의 품질보증 요건에 다른 품질보증계획을 수립하여 이를 이행하고 자체적으로 품질부서에서 검사 및 감사를 수행하고 있다.



<그림 1> 국내 원자력사업 품질보증 체계도

3. 현행 품질등급 분류 체계

국내 원자력시설에서는 안전성확보를 위한 관련 법령[1][2][5][7]과 사업주의 요건을 충족하고 효율적인 원자력시설의 운영을 위하여 시설의 각 구조물, 설비 및 기기의 중요도와 기능 즉 안전성에 따라 다음과 같이 4가지의 품질등급으로 구분하여 차등적인 품질보증 활동을 수행하고 있으며 그 주요 내용은 <표 2>와 같다.

① 안전성등급(Q)

고장 또는 결함 발생시 일반인에게 방사선 장애를 직간접으로 미칠 가능성이 있는 안전관련 계통, 기자재 및 용역으로 정의 되며 원자력 품질보증 규제기준과 산업계 품질보증기술기준(KEPIC QAP [5]또는 ASME NQA-1[8])을 중심으로 발주자 품질보증기준을 수립하여 적용하고 있다.

② 안전성영향등급(T)

고장 또는 결함발생시 안전성등급 품목의 기능에 영향을 줄 수 있는 품목 또는 용역으로 정의되며 원자력사업자는 사내에서 자체 품질보증계획서에 따라 관리하며, 사외적으로는 Q등급 품질보증기준에 기초하여 별도로 T등급용 18개 품질보증요건을 정립한 품질구매시방서 요건을 적용한다.

③ 신뢰성등급(R)

고장 또는 결함발생시 설비의 운영에 영향을 주거나 대규모의 복구작업이 필요한 품목 또는 용역으로 정의되며 원자력사업자는 사내에서 자체 품질보증계획서에 따라 관리되며, 사외적으로는 T등급 품질보증기준에 기초하여 별도로 R등급용 18개 품질보증요건을 정립한 품질구매시방서 요건을 적용한다.

④ 일반산업등급(S)

Q, T 및 R등급으로 분류되지 않는 모든 품목 및 용역으로 정의 되며 일반산업 품목으로 별도의 품질보증계획서 수립이 요구되지는 않으나, 품목의 특성 및 해당 계약공급 범위에 의거 품질활동을 요구하고 있다.

현행 품질등급에서는 항상 동일한 구조물, 설비 및 기기에 대하여 동일한 품질등급으로 분류되어 동일한 품질보증 요건이 적용된다. 그러나, 일반적으로 최상의 품질이 요구되는 품질등급은 가장 엄격한 품질보증 요건이 적용되어야 하며, 그 보다 하위 품질등급은 최소한의 요건만 적용할 수도 있다. 제품 혹은 용역이 변경될 때 적용 품질등급은 변경의 정도에 따라 강화될 수도 완화 될 수도 있다. 또한, 적용 품질등급에 따라 수반되는 비용의 차이가 발생한다[9].

<표 2> 원자로시설의 건설 및 운영에 관한 품질보증 요건[2]

1. 품질보증 조직	10. 서류관리
2. 품질보증 계획	11. 시험관리
3. 설계관리	12. 측정 및 시험장비의 관리
4. 구매서류관리	13. 취급·저장 및 운송
5. 지시서·절차서 및 도면	14. 검사·시험 및 운전의 상태
6. 구매품목 및 용역의 관리	15. 부적합한 품목의 관리
7. 품목의 식별 및 관리	16. 시정조치
8. 특수작업의 관리	17. 품질보증기록
9. 검사	18. 감사

4. 개선된 품질등급 체계

4.1 품질등급 결정 요인

원자력산업에 있어서 품질보증활동은 시설의 안전성과 신뢰성을 확보하기 위하여 필요한 업무중의 하나이다. 그러나, 원자력시설의 품목 및 용역은 시설의 안전성, 신뢰성 및 경제성에 서로 다른 중요도를 가지고 있으므로 품질보증 규격상의 요건을 모든 품목이나 용역에 일률적으로 동일하게 적용하는 것은 바람직 하지 않으며, 안전에 중요한 품목이나 용역은 보다 더 엄격한 관리와 확인 조치를 하고 일반산업 규격화 되었거나, 단순 공정이거나, 경험이 풍부한 경우에는 덜 엄격하게 관리하여도 일정 수준의 품질이 확보될 수 있을 것이다.

상기에서 살펴본 것과 같이 품질등급 결정에는 기존의 안전성과 더불어 성숙도, 복잡성 등도 적절한 품질등급을 결정에 필요한 요인으로 고려하고, 품목 혹은 용역의 분야에 따라 품질등급을 조정하여 적용할 수 있는 방법도 필요하다. 따라서, 본 연구에서는 품질등급에 영향을 줄 수 있는 다음과 같은 요인을 고려하였다.

- ① 품목 및 용역의 안전성
- ② 수행되는 업무의 성숙도
- ③ 수행되는 업무의 복잡성

4.2 품질등급화 과정

품질등급화 과정은 시설을 주요 계통으로 구분하고, 주요 계통에 관련된 품목이나 용역을 식별하며, 품목이나 용역의 안전성과 운전의 중요도, 복잡성 및 성숙도를 고려하여 평가 및 분류하여, 해당 분야 즉, 설계, 구매, 제작, 건설, 운영 및 관리에 대한 품질 등급 Q, T, R, S 중 한 가지를 결정한다.

4.3 품목 및 용역의 등급분류

4.3.1 품목 및 용역의 식별

등급 분류는 시설을 주요 계통으로 구분하고 주요 계통에 관련된 품목이나 용역을 식별한다.

4.3.2 등급분류 방안

① 안전성

원자력시설의 전체 안전성과 성공적인 운전을 위하여 수행하는 기능의 중요성에 따라 품목 및 용역을 특성화 시키는 것이다.

② 성숙도

품목 및 용역을 각 분야에서 이용 가능한 성숙도와 경험을 반영하여 분류한다. 성숙도는 입증된 설계 및 공정과 경험이 있는 조직 및 요원의 이용 가능성에 대한 것이다.

<표 3> 성숙도에 의한 분류

구분	내용
설계 성숙도	설계 성숙도는 현장 경험과 성능시험에 의해 입증된 동등한 설계의 이용 가능성에 기초를 둔다.
구매 성숙도	구매활동의 성숙도는 구매과정중에 참여한 조직의 경험을 기반으로 한다.
제작 및 건설 성숙도	제작 및 건설의 성숙도는 유사하거나 동등한 요건들을 적용한 제품이나 용역의 제작이나 설치관련 경험의 이용 가능성에 기초를 두며, 입증된 성능, 공정 및 자격을 고려해야 한다.
운전 성숙도	운전 활동의 성숙도는 시설 요원 자격 인증, 계통 및 기기에 대한 지식과 경험, 입증된 사례 및 절차, 장비 운전기록과 같은 요인을 기반으로 한다
관리 성숙도	관리 성숙도는 필요한 목표를 수행하는 조직의 경험 및 관리체계의 안전성 같은 인자에 의해 결정될 수 있다.

③ 복잡성

제품이나 용역의 참여 조직, 기능 및 활동의 복잡성을 반영하여 분류한다.

<표 4> 복잡성에 의한 분류

구분	내용
설계의 복잡성	설계의 복잡성은 설계과정을 효율적으로 이행하는데 당면한 어려움을 기초를 두며, 제품이나 제품의 기능에 대한 복잡성이 아니라 설계과정의 복잡성을 반영해야 한다. 예를 들어, 공급자가 제작 전 다른 조직에 의해 설계 검토를 받는 경우를 고려한다. 설계의 복잡성의 평가는 안전, 내진 및 용력 해석, 재료선정 및 환경분석과 같은 다른 인자들도 고려되어야 한다.
구매의 복잡성	구매활동의 복잡성은 구매되는 제품의 복잡성과 참여 조직의 복잡성에 관련이 있다.
제작 및 건설의 복잡성	제작 및 건설의 복잡성은 품질 특성 달성 및 확인하는 각 과정 관련 어려움의 정도와 공정에 기반으로 한다. 그 근거는 이동부품의 수와 공차의 정도와 같은 여러 가지 관점에서 고려해야 한다.
운전의 복잡성	운전의 복잡성은 운전에 필요한 관리 방법의 수와 상호 관계, 방사성물질의, 취급정도, 계통 및 기기의 신뢰도 및 검사, 시험, 수리, 유지 보수를 위한 접근성의 정도에 기초로 한다.
관리의 복잡성	관리의 복잡성은 조직의 규모, 업무의 양, 조직간의 인터페이스의 다양성 같은 인자에 의해 결정될 수 있다.

4.4 품질보증 등급의 선정

4.4.1 설계분야

설계분야에서 등급을 선정하기 위한 기준은 제품의 성능, 안전성, 설계의 중요성, 그리고 설계의 복잡성과 기술의 성숙도이다.

<표 5>설계분야 등급

단계	내용
Q 등급	부적절한 설계관리 활동이 운전 요원이나 대중의 건강과 안전에 심각한 위협을 초래하는 고장이나 오작동을 이야기 시킬 수 있고, 설계작업이 광범위하거나 복잡하다면 혹은 설계가 새롭고 최초의 개념에 의해 수행된 경우에 적용된다.
T 등급	적용의 중대성, 오작동의 중요도, 복잡성 및 성숙도가 중간정도인 경우에 적용된다.
R 등급	설계 적용정도가 중요하지 않거나 운전요원 및 대중의 건강과 안전에 위협이 적고, 인증된 설계가 이용 가능한 경우에 적용된다.
S 등급	Q, T 및 R등급으로 분류되지 않는 경우에 적용된다.

4.4.2 구매분야

구매분야에서 등급을 선정하는데 이용되는 기준은 설계, 제작, 건설 및 운전 단계에서 계약된 활동과 연관이 있다. 고려되어야할 요인은 그 제품 혹은 용역을 설계, 제작 및 시공하는데 필요한 기술의 성숙도, 공정의 복잡성, 안전운영상의 중요도에 따르는 제품의 성능이다.

<표 6> 구매분야 등급

단계	내용
Q 등급	만약 계약된 제품들이 중요하고, 고장으로 인하여 운전요원이나 대중의 건강과 안전에 지대한 위협을 초래할 수 있거나, 그 제품이나 용역이 수 많은 복잡한 공정을 요하거나, 공급자들이 용역의 설계, 제작, 시공 경험이 없는 경우에 적용된다.
T 등급	적용의 중요도, 고장의 중요성, 공정의 복잡성 및 기술의 성숙도가 중간정도인 경우에 선정된다.
R 등급	제품이나 용역이 중요한 품목이 아니고, 고장이나 오작동으로 인해 운전요원 및나 대중의 건강과 안전에 위협이 없거나, 관련 기록이 이미 입증되었거나, 공급자들이 용역을 공급한 입증된 기록을 갖고 있는 경우에 적용된다.
S 등급	Q, T 및 R등급으로 분류되지 않는 경우에 적용된다.

4.4.3 제작분야

제작분야 등급을 설정하기 위해 이용되는 기준은 그 제품 혹은 용역을 제작하는데 필요한 기술의 성숙도, 공정의 복잡성, 안전운영상의 중요도에 따르는 제품이나 용역의 성능이다.

<표 7> 제작분야 등급

단계	내용
Q 등급	만약 제작되는 제품이 중요하고, 제작과정에서 부적절한 관리로 인해 운전요원이나 대중의 건강과 안전에 지대한 위험을 초래할 수 있거나, 또한, 제품이나 용역이 용역이 수 많은 복잡한 공정을 요하거나, 공차의 엄격함과 이동 부품의 수가 많거나 새로운 경우 적용된다.
T 등급	중간정도의 중요도, 고장의 중요성, 공정의 복잡성 및 기술의 성숙도인 경우에 적용된다.
R 등급	제작 품목이 주요 품목이 아니고, 고장이나 오작동으로 인해 운전요원 및 대중의 건강과 안전에 위험이 없거나, 소수의 단순 공정이 요구되고 공차가 느슨하고 이동 부품의 수가 거의 없는 경우이거나 관련 기술이 입증된 경우에 적용된다.
S 등급	Q, T 및 R등급으로 분류되지 않는 경우에 적용된다.

4.4.4 시공분야

시공분야 등급을 선정하기 위해 이용되는 기준은 그 제품 혹은 용역을 시공하는데 필요한 기술의 성숙도, 공정의 복잡성, 안전운영상의 중요도에 따르는 제품이나 용역의 성능이다.

<표 8> 시공분야 등급

단계	내용
Q 등급	만약 시공되는 품목이 중요하고, 시공과정에서 부적절한 관리로 인해 운전요원이나 대중의 건강과 안전에 지대한 위험을 초래할 수 있거나, 또한, 품목이 일반화 되지 않거나, 시공하는데 어려움이 있거나, 시공업체가 현장 경험이 거의 없는 경우 적용된다.
T 등급	중간정도의 중요도, 고장의 중요성, 평균정도의 시공업체 경험이 있는 경우에 적용된다.
R 등급	품목이 중요 품목이 아니고, 고장이나 오작동으로 인해 운전요원 및 대중의 건강과 안전에 위험이 없거나, 시공 공정이 단순하고, 시공업체가 그 분야에 경험이 있는 경우에 적용된다.
S 등급	Q, T 및 R등급으로 분류되지 않는 경우에 적용된다.

4.4.5 운전분야

운전분야 등급을 선정하기 위해 기술적인 판단이 부적절한 성능 혹은 업무나 용역의 부적절한 관리의 결과를 결정하기 위해 이용된다. 이러한 평가의 결과로서, 품목들이 안전하고 운전상 중요하고, 설계, 제작 및 시공을 위해 Q 등급으로 분류되었을지라도 Q, T, R, S가 적용될 수 있다.

<표 9> 운전분야 등급

단계	내용
Q 등급	운전기간동안 업무의 부적절한 관리로 대중이나 운전요원의 안전에 영향을 초래하는 경우, 또한, 조직이나 시설이 새로운 경우, 또는 운전이 복잡한 경우에 적용된다.
T 등급	안전이나 운전의 중요도, 복잡성, 및 성숙도가 중간정도인 경우에 적용된다.
R 등급	고장시 안전 또는 환경에 극히 적은 위험이 존재하고 범칙금이나 추가 비용이 무시될 수 있는 경우, 또한, 조직이나 시설이 성숙되고 운전이 복잡하지 않는 경우에 적용된다.
S 등급	Q, T 및 R등급으로 분류되지 않는 경우에 적용된다.

4.4.6 관리분야

관리분야 등급을 설정하는 데 이용되는 주요 기준들은 안전과 운전의 중요성에 영향을 주는 조직의 업무 정도이며, 또한 조직의 성숙도와 복잡성도 고려되어야 한다.

<표 10> 관리분야 등급

단계	내용
Q 등급	조직의 업무가 운전요원 혹은 대중의 혹은 시설의 지속적인 운전의 안전에 직접 영향이 있거나, 또한, 조직이 방대하거나, 복잡하거나, 관리자 혹은 운전 경험이 제한적이거나, 많은 조직간의 인터페이스가 있거나, 할당된 작업이 복잡하거나, 색다른 업무들일 경우에 적용된다.
T 등급	안전성에 미치는 영향, 운전의 중요도, 조직의 복잡성과 성숙도가 중간정도인 경우에 적용된다.
R 등급	조직의 업무가 운전요원, 대중의 안전이나 시설의 지속적인 운전에 직접 영향이 없거나, 조직이 작고 성숙되어 있거나, 조직이 적절히 운영되고 조직간 인터페이스가 거의 없는 경우에 적용된다.
S 등급	Q, T 및 R등급으로 분류되지 않는 경우에 적용된다.

5. 적용사례

기존 품질 등급분류에서 설계분야는 안전성 영향등급인 T 등급으로 분류되고 반복설계로 다른 핵연료가공시설에 적용되는 경우에도 중요도와 기능상 즉 안전성 요인만을 고려하면 항상 T 등급으로 분류되어 엄격한 품질보증 요건의 적용을 받고 많은 비용을 초래한다. 개선된 품질등급 분류로는 반복설계로 다른 핵연료가공시설의 설계분야에 적용되는 경우에는 기존의 안전성 요인과 더불어 설계과정의 복잡성, 설계의 성숙도 등의 요인을 고려하면 신뢰성이 향상된 기존의 설계를 활용할 수 있기 때문에 R 등급으로 재분류될 수 있어 덜 엄격한 품질보증 요건의 적용을 받음으로써 보다 적은 비용으로 동일한 안전성을 확보할 수 있다.

6. 결론

원자력시설의 안전성 확보를 위해서는 관련 기준을 충족하고 효율적인 원자력시설 운영을 위하여 각 구조물, 설비 및 기기의 중요도와 기능 즉 안전성 요인에 따라 품질등급으로 구분하여 차등적인 품질활동을 수행하고 있다. 그러나, 기존의 품질등급에 의한 접근방법은 안전성 요인 단 한 가지만을 고려하여 성숙도, 복잡도 등과 같은 복합요인을 고려하지 못하여 동일한 구조물, 설비 및 기기는 항상 동일한 품질등급으로 분류되어 동일한 품질요건이 적용되고 있다.

따라서, 품질등급 결정시 복합요인이 고려된다면 제품 또는 용역의 정도에 따라 품질등급을 조정될 수도 있다. 본 연구에서는 안전성뿐만 아니라, 성숙도, 복잡도 등의 복합요인을 고려하여 품질등급 분류하는 방법을 제시하였다. 향후, 품질등급 각 품질등급에 관한 세부적인 품질보증 요건을 어떻게 적용할 것인가에 대한 연구도 필요하다.

7. 참고문헌

- [1] 과학기술부, 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙, 2000.4.
- [2] 과학기술부, 원자로시설의 품질보증 세부요건에 관한 기준, 2001.12.
- [3] 산업자원부, 원전 설비·발전량 및 점유율, 통계자료, 2003.12.
- [4] 산업자원부, 에너지수입액 추이, 통계자료, 2004.3.
- [5] 전력산업기술기준, 원자력품질보증 전력기준안내서 II-1 품질분야(Q), 2000
- [6] 한국무역협회, 품목별 수입실적, 통계자료, 2004.7.
- [7] 한국원자력안전기술원, 원자력시설 품질보증 지침, KINS-G-002, 1991
- [8] ASME, Quality Assurance Requirements for Nuclear Facility Applications, NQA-1 & 2, 1994
- [9] Juran and Gryna, Quality Planning & Analysis, 1982, pp. 1232.