

NRC INSPECTION MANUAL

CQV

검 사 절차 (Inspection Procedure) 43002

원자력 공급자의 일상 검사

<프로그램 적용 가능성: 2507>

43002-01 검사 목적

기본 부품의 공급자가 10 CFR Part 50의 Appendix B (이하 "Appendix B")에서 제시하는 요건을 준수하는 QA 프로그램에 맞춰, 효과적인 품질보증(QA) 절차, 정책, 지시 및 계획을 수행하였음을 확인한다.

본 절차서는 경우에 맞춰 다음의 검사 절차서와 조합을 이루어 활용된다. 검사 절차서(IP) 36100, "결합 및 불일치를 보고하기 위한 10 CFR part 21 및 50.55(e)에서 제시하는 프로그램 검사"검사절차서(IP) 43004, "일반규격품 품질보증 프로그램(CGID)의 검사"

43002-02 검사 요건

02.01 검사자는 QA프로그램, 지시, 절차, 계획 및 정책을 검토하고, 공급자 활동 관찰, 서류검토, 담당자와의 면접을 통해서, 안전성 관련 조치에 관해 효과적인 QA 관리를 실시하고 있음을 확인한다. 업체의 QA 프로그램은 Appendix B에 제시된 적절한 기준을 바탕으로 하여야만 한다.

02.02 선임검사자는 수립된 지침에 맞춰 검사 계획을 작성한다. 검사 계획에는 검사의 범위 및 기준이 포함되어야만 한다. 즉, QA 프로그램 절차 및 이행을 비롯하여 공급자 활동의 평가 방법을 기술하고 각 검사자에게 업무를 할당한다. 또한 검사 계획은 검사, 시험, 분석, 인수기준 (ITAAC) 계급군과 관련된 중요도 및 품질속성의 검사를 고려해야 한다. 이를 고려하는 목적은 검사결과를 ITAAC 종결 검증 과정에 포함시키기 위해서이다. 검사 계획에 대한 지침은 IMC-0613, "10 CFR Part 52에 맞춰 허가를 받은 원자로의 건설 및 시험검사 보고서"에 제시되어 있다.

43002-03 검사 지침

검사 매뉴얼 2507이 추가 지침으로 첨부될 예정이다.

공급자의 QA 프로그램에는 공급자의 안전성 관련 활동에 적합하게, 아래사항에 관한 절차, 정책 및 지시가 포함되어야만 한다.

- 조직
- 품질보증 프로그램
- 설계 관리
- 구매서류 관리
- 지시, 절차, 단면도
- 서류 관리
- 구매한 재료, 장비 및 서비스 관리
- 재료, 부품, 기기의 식별 및 관리
- 특수공정 관리
- 검사
- 시험 관리
- 측정 및 시험장비(M&TE) 관리
- 취급, 보관 및 선적
- 검사, 시험 및 운용 상황
- 부적합 재료, 부품 또는 기기
- 시정조치
- 기록
- 감사

세부지침. 선임검사자는 공급자가 이행하는 활동과 가장 관계있는 Appendix B의 기준에 검사 역무를 집중한다.

검사자가 공급업체의 QA 프로그램과 이행절차에 익숙해지면, 검토를 위한 QA 행위의 표본을 선택한다. 선택된 행위를 위해, 검사자는 공급자가 관련 기록 전부를 제공하도록 (또는 검사자가 검토 가능하도록 해 줄 것을) 요구한다. 그리고 검토 영역과 관계된 구매서류, 기술규격서, 분석연구, 감사보고서, 교정보고서, 그리고 그 밖의 관련서류를 모두 검토한다. 공급자의 프로그램 및 절차를 검토하고, 절차와 활동을 관리하며, 관리항목의 실제 이행여부를 평가하는 것으로 확인과정이 완료된다.

검사자는 다음 지침에 따라 QA 프로그램 및 절차에 대한 공급자 이행의 효율성을 평가한다.

03.01 조직. 다음 항목을 수행하여 공급자의 조직구조와 QA 담당인력을 평가한다:

- a. 조직구조와 기능 연관성을 검토한다. QA 프로그램의 전반적 효과를 정의하는데 책임이 있는 개인이나 조직을 확인한다. 조직설명서가 조직구조, 기능 담당, 권한 수준 및 인터페이스를 언급하고 있는지 확인한다.
- b. 품질에 영향을 주는 활동을 이행하는 담당인력의 자격, 담당, 직무를 확인한다. QA 프로그램 이행 및 검증 활동을 수행하는 담당인력 또는 조직이 품질문제 확인, 해결책 제안, 해결책 검증의 이행을 확인하기 위한 권한, 독립성, 조직적 자율성(비용 또는 일정을 고려하지 않을 수 있는 자율성)을 가지고 있는지 확인한다.
- c. 개인이 작업 중지 명령을 받도록 되어있는지 확인한다.

03.02 QA 프로그램. 다음 항목을 수행하여 QA 프로그램을 이행을 확인한다.

- a. QA 프로그램이 적용하는 품목과 활동들을 확인하는지 점검한다.
- b. 품질에 영향을 미치는 활동이 적절하게 관리된 상태에서 완수되는지 확인한다.
- c. QA 프로그램을 이행하는 조직의 경영진 또는 그 일부가 본인이 담당하는 프로그램의 적정성을 평가하고 수립된 절차에 맞춰 프로그램을 효과적으로 이행하는 것을 보장하는지 확인한다.
- d. 프로그램이 품질에 영향을 미치는 활동을 수행하는 담당인력의 계발과 훈련을 위해 시행되는지 확인한다. 자격 기록들과 인증서들이 검사/시험 인력, 감사자, 교정, 보수 인력 그리고 품질에 영향을 미치는 그 밖의 유사한 활동을 수행하는 전문가들을 위해 존재하는지 확인한다. 담당인력의 자격 기록이 산업계 그리고/또는 공급자 프로그램 요건과 부합하도록 증명된 것인지 확인한다.
- e. 담당인력이 적절한 훈련을 받았는지 확인하기 위해, 검사자는 해당인력들이 자신의 책임에 걸맞게 수행하는 행동들을 이해하고 있는지 확인하기 위해 면접을 진행할 수 있다.

03.03 설계 관리. 다음 항목을 수행하여 설계 관리 및 설계 구성 관리의 이행을 평가한다.

- a. 공급자의 설계 관리 절차를 검토하고 그 절차가 설계 행위들을 계획한대로, 관리되어, 적절하게 기술하는지 확인한다. 절차가 설계 입력, 출력, 설계 분석 (예를 들어 물리력, 스트레스, 온도, 습기 등), 기록 및 조직 인터페이스에 대한 관리를 제공하는지 확인한다. 설계 활동이 절차에 맞춰 성취되는지 확인한다.
- b. 설계 절차에서 조항들이 제품의 안전성 관련 기능에 필수적인 재료, 부품, 장비 및 공정의 적용에 대한 적합성을 선택하고 검토할 수 있게 허용하는지 확인한다. 필요시, 일반규격

품 품질검증 활동의 평가가 IP 43004, "일반규격품 품질검증 프로그램의 검사"에 맞춰 이뤄진다.

- c. 적용가능한 설계 입력이 사양, 도면, 절차, 또는 지침서에 올바르게 반영되어 있는지 확인한다. 설계 입력이 충족되었는지 확인하는 것을 포함해서, 엔지니어링 데이터(예를 들어, 계산, 성능 시험 등)가 설계 해석을 지원하는지 확인한다. 최종 설계(승인된 설계 출력 문서 및 승인된 변경)는 설계입력과 관련있고, 설계된 품목으로 구성되는 조립품 또는 기기를 확인한다.
- d. 기준 설계, 사양, 변경사항, 기술지침 및 승인사항을 포함해서, 절차가 설계 조직 간의 인터페이스를 나타내는지 확인한다.
- e. 설계 변경 관리를 위한 절차가 이행되는지 확인한다. 설계 변경이 최초 설계에 반영된 설계 관리 대책을 적용하고 있는지 확인한다. 최초 설계를 담당한 개인 또는 그룹은 아니지만 동일한 조직에 속한 자가 설계 검증을 수행하고 있음을 확인한다.

03.04 구매서류 관리. 구매서류의 표본을 선정하고, 다음 항목에 맞춰 구매서류 관리를 평가한다.

- a. 구매서류의 발행 및 관리, 그리고 이후 변경의 반영을 위해 절차가 수립 및 이행 중인지 확인한다.
- b. 구매서류에 기술요건, 행정요건, 규제요건 및 보고요건(시방서, 법규, 기준, 시험, 검사, 특수공정, 입회점 및 필수확인점 그리고 10 CFR Part 21의 적용가능여부 등) 을 포함하는 품질요건이 명시되어 있는지 확인한다. 해당요건이 필요에 맞춰 하위공급자에게도 적용되는지 확인한다.
- c. 구매환경에 따라 규제요건을 반영하는 QA 프로그램이 기본 기기의 구매에 반영되는지 확인한다.
- d. 설계변경을 포함해서 기존에 수립된 요건의 편차가 적절하게 검토 및 관리되는지 확인한다. 이 편차들은 검토를 수행하였다는 객관적인 증거로 제시할 수 있도록 문서화한다. 구매서류에 변경이 발생해도 최초의 구매서류와 동일한 수준으로 관리가 이뤄지는지 확인한다.

03.05 지시서, 절차, 도면. 다음에 따라 업무 및 품질 관련 지시서, 절차, 도면을 평가한다.

- a. 업무 및 검사 절차가 수립되어 이행되고 있는지 확인한다. 이 때, 하위 공급자의 활동도 적용범위에 포함된다.
- b. 지시서, 절차, 도면의 검토, 승인, 관리 여부를 확인한다. 품질에 영향을 주는 활동을 수행하는 개인이 그 활동과 관련하여 가장 최근에 승인된 지시서, 절차, 도면을 이용가능한지 확인한다.
- c. 활동이 성공적으로 완수되었음을 결정할 수 있는 정량적, 정성적 합격 기준이 지시서, 절차, 도면에 포함되어 있는지 확인한다.

03.06 서류 관리. 검토 품질에 영향을 주는 활동을 기술한 서류 중에서 표본을 선정한다. 다음 항목에 맞춰 해당서류의 관리내역을 평가한다.

- a. 서류의 발행을 관리하는 프로그램이 이행되었는지 확인한다. 관리대상이 되는 서류에는 설계 도면, 준공도면, 기술 계산, 설계규격서, 재료분석기록, 구매주문서 및 관련서류, 감사 및 감독절차, 기술시방서, 불일치보고서, 시정조치보고서, 업무지시 및 절차, 교정절차, 품질검증 절차, 그리고 검사 및 시험보고서가 포함된다.
- b. 서류관리시스템이 관리대상인 서류를 식별하는지 확인한다. 즉, 해당 서류의 검토, 승인, 발행, 배부를 담당하고 내용의 변경이나 개정을 관리하는 개인을 식별한다.
- c. 제조공정에서 사용되는 부품의 품질을 증명하는 서류를 확인한다. 해당서류에는 재료인증, 시험보고서, 인수검사, 평가 내용이 포함되며 또한 품질요건이 충족되었다는 감사결과가 첨부된다.
- d. 선정된 품질관련서류 표본이 적격 담당인력에 의해 적절하게 검토되고 있는지 확인한다.

03.07 구매한 재료, 장비 및 서비스 관리. 다음 항목에 맞춰 구매한 품목 및 서비스에 이행되는 관리사항을 평가한다.

- a. 기본기기를 공급하는 공급자를 선정하고 그 자격을 인증하기 위한 관리절차가 수립되어 이행되는지 확인한다. 구매한 서비스의 예로 교정, 비파괴시험(NDE), 시험소, 소프트웨어 코드/프로그램, 열처리, 제3자 검사, 엔지니어링 서비스, 컨설팅 서비스, 설치, 보수 또는 정비 업무가 포함된다.
- b. 공급업체로부터 기본 기기를 인수할 때 적절한 방법이 사용되는지 확인한다. 품질보증확인서, 공장 확인, 감사, 감독, 인수검사 또는 이러한 방법들을 혼합한 방법이 이에 해당하는

다.

- c. Appendix B의 QA 프로그램을 이행하는 공급자가 일반규격품 공급자들을 대상으로 감사 및 조사를 실시하는지 확인한다. 감사 및 조사는 법규/규정과 일치하는 원자재를 공급하는 공급자들의 능력을 기반으로 실시되어야만 한다.
- d. 품목 또는 서비스(예를 들어, 유자격 공급자 목록)의 중요도, 복잡도 및 수량에 맞춰 일정한 간격을 두고 품질관리 유효성 이 평가되는지 확인한다. 본 문서 중 '감사' 항목에서 이에 관한 추가지침을 확인할 수 있다.
- e. 인증의 유효성을 확인하고 필요에 맞춰, 예를 들면 감사 수행기간동안 인증시스템의 효과를 결정할 수 있는 조항이 관리절차에 포함되어있는지 확인한다. 공급받은 재료, 장비 또는 서비스가 품질보증확인서로 식별되는지 확인한다. 세부구매요건(법규, 기준, 인증 또는 기타 사양서) 중 충족된 부분과 그렇지 못한 부분을 식별한다. 이에 관한 설명을 첨가하고 불일치에 관한 해결책을 제시한다. 공급자가 보유한 QA 인력 중에서 인증서를 입증하는 업무를 담당하는 인력을 식별한다. 어떤 기준이 만족되지 않은 경우, 불일치보고서가 발행되었는지, 해당보고서는 불일치에 관한 해결책을 포함하는지 확인한다.
- f. 인수검사가 구매서류에 제시된 특성 검증을 통해서 구매한 품목의 객관적 증거를 조사하는지 확인한다. 인수검사는 최소한으로 품목 구성, 치수, 물리적 특성, 재료와 장비의 식별, 이력을 확인해야 한다. 여기에는 필요에 맞춰 수행된 검사 또는 시험 상태도 포함한다.
- g. 공급자가 모조품을 비롯하여 불일치하는 재료와 기기를 식별하고 관리하기 위한 방법을 문서화함으로써 이를 부주의하게 사용하지 않도록 방지하는지 확인한다.
- h. 계약/절차상 요건과 관계되어 실제로 사용된 기술 그리고 해당기술의 채택가능성을 관찰하고 평가한다.

03.08 재료, 부품, 기기의 식별 및 관리. 다음 항목에 맞춰 구매한 품목의 식별내역 및 관리내역을 평가한다.

- a. 규정에 따라 허용된 품목만이 사용되었음을 입증하기 위해서, 품목을 식별하고 관리하는 절차가 수립되어 이행되고 있는지 확인한다.
- b. 재료와 제조방법에 사용된 식별표시가 명확하고 읽기 쉽게 되어있으며 품목의 기능 또는 서비스기한에 악영향을 끼치지 않는지 확인한다. 식별표시가 품목 또는 품목의 이력서류

에 존재하는지 확인한다.

- c. 물리적 식별을 최대한 활용하였는지 확인한다. 품목에 적용된 물리적 식별이 비현실적이거나 충분하지 않다면, 물리적 분리, 절차상 관리, 또는 그 밖의 적절한 수단을 활용하는지 확인한다.

03.09 특수공정 관리. 다음 항목에 맞춰 특수공정 관리내역을 평가한다.

- a. 특수공정 관리를 위한 절차가 수립되어 이행되는지 확인한다. 특수공정의 예로는 용접, 비파괴시험(NDE), 열처리, 납땜, 도색, 전기도금이 포함된다.
- b. 작업공정 트레이블러, 공정표, 지시서, 점검표, 또는 기타 특수공정 관리서류를 작성하는 절차를 확인한다.
- c. 특수공정 관리서류는 최소한, 다음 항목을 포함한다.
 - 담당인력 및 장비의 품질구비요건
 - 절차 완수의 필요조건
 - 합격 기준
 - 제조, 제작, 설치의 점검점에서 나타나는 특수작업 완수결과
 - 입회를 허가받은 대리인을 나타내는 서명, 머리글자, 또는 인장
- d. 준거법규, 표준, 시방서, 기준, 그리고 기타 특수요건에 맞추어, 적격담당인력이 적격절차를 통해 특수공정을 이행한다는 사실을 확인한다.
- e. 각 특수공정에 활용되는 적격의 담당인력, 적격절차, 적격공정, 적격기기에 대한 검증기록이 적절하게 구비되어 있음을 확인한다.
- f. 가능한 경우, 계약/절차상 요건에 관계되어 실제로 사용된 기술(Technology) 및 그 적합성을 관찰하고 평가한다.

03.10 검사. 다음 항목을 통해 검사 관리내역을 평가한다.

- a. 품질에 영향을 주는 품목과 활동의 검사절차가 수립되어 이행되는지 확인한다. 검사의 예로는 원자재, 인수, 제조 과정, 시험 가동, 최종 운용, 개조, 유지보수, 제3자 점검이 포함된다.
- b. 작업공정 관리표, 공정표, 지시서, 점검표, 또는 기타 특수공정 관리서류를 작성하는 절차

를 확인한다.

c. 검사 관리서류에는 최소한 다음 항목이 포함된다.

- 검사대상인 품목
- 검사일자
- 관찰의 종류
- 검토 및 시험결과
- 입회 허가된 대리인(예를 들어, 인가된 원자력 검사자)을 나타내는 서명, 머리글자, 또는 인장 및 일자

관리서류에 필수확인점이 기재되어 있는지, 승인을 얻지 않고 업무가 진행되는 않는지 확인한다.

d. 검사대상인 업무를 직접 수행하거나 감독하는 자가 아닌 그 외의 적격자가 검사를 수행하는지 확인한다.

e. 검사결과가 검사자에 의해 서류로 기록되며 허가를 받은 적격담당인력이 이를 검토하여 검사결과의 기술적합성을 평가하는지 확인한다.

f. 가능한 경우, 계약/절차상 요건에 관계되어 실제로 사용된 기술(Technology) 및 그 적합성을 관찰하고 평가한다.

03.11 시험 관리. 다음 항목에 맞춰 시험 관리내역을 평가한다.

a. 품목을 시험하기 위한 절차가 수립되어 이행되는지 확인한다. 시험의 예로는 원형 검증, 생산, 건설, 예비가동, 가동, 사후유지보수, 사후개조, 컴퓨터 프로그램/소프트웨어, 그리고 설치 전 입증시험이 포함된다.

b. 시험절차가 설계 및 기술 서류에 포함된 시험대상, 시험요건, 적용 가능한 전제조건 그리고 합격기준을 포함하는지, 또는 이를 참조하는지 확인한다.

c. 시험요건에 만족함을 보증하기 위해, 적격자가 시험결과를 기록하고 평가하는지 확인한다. 시험기록은 최소한 다음 항목을 확인한다.

- 시험대상이 되는 품목, 시험일자, 시험자 또는 데이터 기록자
- 관찰의 종류
- 교정에 사용된 도구/교정의 유효성
- 검사결과 및 적합성

- (시험을 통해 발견된) 편차에 관해 취해진 조치
- 시험 지적사항을 평가하는 자

d. 가능한 경우, 계약/절차상 요건에 관계되어 실제로 사용된 기술(Technology) 및 그 적합성을 관찰하고 평가한다.

03.12 측정 및 시험장비(M&TE) 관리. 다음 항목에 맞춰 측정 및 시험장비(이하 “M&TE”)의 관리내역을 평가한다.

- a. M&TE의 관리, 교정, 수정을 관리하는 절차가 수립되어 이행되는지 확인한다. M&TE에는 계측기/툴(Tools)/게이지(Gages)/NDE(비파괴평가)가 포함된다.
- b. 장비의 교정이력(Calibration History)을 확인한다. 공급업체가 장비를 교정하였다면, 교정 일자/교정을 수행한 자/교정결과/교정유효기간/표준단위(Primary Standard)/구매사양서 번호를 확인한다.
- c. M&TE를 사용하기에 앞서, 정해진 기간에 교정, 조정, 유지보수하였는지 확인한다. 각 장비의 교정방법이 정립되어 있는지 확인한다.
- d. M&TE에 라벨/태그가 부착되어 있는지, 올바르게 취급/보관되고 있는지, 그렇지 않으면 M&TE의 교정현황을 파악할 수 있고 교정시험데이터가 추적가능하게 관리되고 있는지 확인한다.
- e. 국가공인표준에 맞춰 유효한 것으로 인증된 장비로 교정이 이뤄졌는지 확인한다. 미국 내에서 허용된 장비의 경우, 안전성 관련 계통에 대해서는 NIST와 A2LA가 관리하는 실험 인증프로그램을 활용한 일반규격 교정서비스가 적합하다. 국가공인표준이 존재하지 않는다면, 교정의 기준을 문서로 작성한다.
- f. M&TE가 교정되지 않은 경우, 기존의 검사 또는 시험결과가 이에 따른 영향을 받는지 확인하기 위한 평가가 요구된다. 상황에 맞춰 고객에게 통지할 것을 요구하는 조항이 관리 절차에 포함되어 있는지 확인한다.
- g. 교정현황을 나타내는 기록이 보관되어 있는지 확인한다. 이 기록과 더불어, 교정 전 (AS-Found)/교정 후(AS-Left) 결과를 나타낸 교정일지(Calibration Log)를 확인한다.
- h. ‘미교정 상태(Out of Calibration)’에 해당하는 장치에 태그가 부착되고 분리되어 있는지 확인한다.

- i. 지속적으로 '미교정 상태'에 해당하는 장비를 수리 또는 교체하였는지 확인한다.
- j. 가능한 경우, 계약/절차상 요건에 관계되어 실제로 사용된 기술(Technology) 및 그 적합성을 관찰하고 평가한다.

03.13 취급, 보관 및 선적. 다음 항목에 맞춰 취급, 보관 및 선적의 관리내역을 평가한다.

- a. 선적활동을 관리하는 절차가 수립되어 이행되는지 확인한다. 선적활동에는 포장, 마크/라벨 부착, 보관, 품목과 재료의 선적상태 및 선적상황, 제한된 보관수명을 지닌 품목의 관리가 포함된다.
- b. 필요한 경우에, 특수기기(Special Equipment) 및 보호환경(Protective Environment)이 구체적으로 기술되어 있고/실제로 이를 제공하며/사용내역을 검증하는지 확인한다. 특수기기 실례에는 컨테이너, 충격흡수기(쇼크 옵저버: Shock Observer), 가속도측정기(Accelometer)가 포함된다. 보호환경 표본에는 습도 및 온도관리, 특정 수분함유량 수준, 비활성기체 대기(Inert Gas Atmosphere)등이 포함된다.
- c. 특수 취급 장비의 운전자가 해당 장비를 사용한 경험이 있거나 이에 관해 훈련을 받았는지 확인한다.
- d. 가능한 경우, 계약/절차상 요건에 관계되어 실제로 사용된 기술(Technology) 및 그 적합성을 관찰하고 평가한다.

03.14 검사, 시험 및 운용상태. 다음 항목에 맞춰 검사, 시험 및 운용의 관리내역을 평가한다.

- a. 개별품목을 대상으로 실시되는 검사, 시험결과가 해당품목 또는 해당품목의 이력을 기록한 서류에 나타나 있는지 확인한다.
- b. 상태지시기(Status Indicator)의 적용 및 제거에 대한 권한이 절차에 명시되어 있는지 확인한다.
- c. 가능한 경우, 계약/절차상 요건에 관계되어 실제로 사용된 기술(Technology) 및 그 적합성을 관찰하고 평가한다.

03.15 부적합한 재료, 부품, 또는 기기. 다음 항목에 따라 부적합한 품목의 관리내역을 평가한다.

- a. 세부요건에 부적합한 품목을 관리하기 위한 절차가 수립되어 이행되는지 확인한다.
- b. 식별/ 문서작성/ 평가/ 격리 (가능한 경우) / 처리 (기술조항목[Technical Justification]에 맞춰)/ 수리 및 재작업에 대한 지시 또는 절차에 대한 참조 (수리 또는 재작업이 필요한 경우)/ 수리 및 재작업을 거친 품목에 대한 재검사 (필요에 맞춰)/ 그리고 관계조직에게 부적합사항을 통지하는 것 등에 대한 절차가 서면으로 작성되어 있는지 확인한다.
- c. 불만족 품목을 검토 및 처리할 책임과 권한에 관한 사항, 그리고 처리가 완료될 때까지 수행해야 할 부적합품목의 추가공정(Further Processing)/인도/설치의 관리에 관한 사항을 절차에 반영하고 있는지 확인한다.
- d. 공급자가 부적합 자재/품목에 대해 적절한 조치를 취하였는지 검토하고 확인한다.
- e. 부적합품목이 문서에 기록된 절차에 맞게 검토되고 분류되었는지 확인한다. 부적합품목은 수용(Accepted)/반려(Rejected)/수리(repair)/재작업(Rework)/현상태사용(Use-As-Is)으로 처리된다.
- f. 수리 또는 현상태사용으로 분류된 부적합품목의 합격가능성을 검증하기 위한 조치가 문서로 작성되어있는지 확인한다.
- g. 설계요건에 불일치하는 품목 중 보수 또는 현상태사용으로 분류된 품목에, 최초설계와 동일한 설계관리(Design Control)가 적용되었는지 확인한다.
- h. 부적합품목을 관리하는 절차가 10 CFR 21을 준수하는지 확인한다. 불일치 또는 실패의 평가 및 보고는 IP 36100 "10 CFR 21 50.55(e)에 따른 결함 및 불일치 보고프로그램"을 준수한다.

03.16 시정조치. 시정조치 보고서 및 관련서류 중 표본을 선정하여 검토한다. 다음 항목에 맞춰 시정조치 관리내역을 평가한다.

- a. 품질에 악영향을 미치는 상태를 시정하는 절차가 수립되어 이행되는지 확인한다.
- b. 시정조치 보고서에 품질에 악영향을 미치는 조건, 발생원인/재발 방지를 위한 조치, 관련 책임자의 검토 및 승인, 검토된 시정조치의 현황, 해당조치를 적기에 효과적으로 이행하기 위한 후속조치가 포함되어 있는지 확인한다.
- c. 시정조치를 이행하는 절차가 10 CFR 21을 준수하는지 확인한다. 불일치 또는 실패의 평

가 및 보고는 IP 36100 "10CFR21 50.55(e)에 따른 결함 및 불일치 보고프로그램"을 준수한다.

- d. 하위 계약자가 부적합사항 보고서를 제출하였는지/시정조치를 이행하기에 앞서 하위계약자에게 시정조치를 제안하였는지 확인한다.
- e. 고객에 의해 확인/보고된 부적합사항이 적절한 평가를 거쳐 부적합사항 관리프로그램/시정조치 프로그램에 반영되었는지 확인한다. (예: 인수검사 거부, 부적합사항 등)
- f. 품질에 악영향을 미치는 조건의 전체적인 경향을 살펴볼 수 있는 관리시스템이 구축되어 있는지 확인한다.

03.17 QA기록. 검토를 위해 QA기록의 표본을 선정한다. 다음 항목에 맞춰 QA기록의 관리내역을 평가한다.

- a. 공급업체가 문서로 작성된 기록관리 시스템을 이행하는지 확인한다. 해당 시스템은 적어도 다음 역할을 수행하여야만 한다.
 - 보관해야 할 기록을 확인하는 수단
 - 기록의 분류기준
 - 기록의 유효기간
 - 배포/취급/보관을 위한 절차
 - 형상관리요건 준수를 위한 절차
- b. QA기록의 표본은 다음 항목을 포함한다.
 - 검사/시험에 대한 기록
 - 감사보고
 - 품질관련 절차서/지침서/도면
 - 자격 검증 및 품질보증확인서
 - 재료분석 기록
 - 공급업체가 제공한 서류
 - 품질보증확인서 (C of Compliance / Conformance)
 - 실험/엔지니어링/제작에 관한 운전일지
 - 교정 기록
 - 부적합사항을 기록한 문서
- c. 기록의 인수관리/프로세싱/시정조치/안전보관 및 기록 접근에 책임있는 개인 또는 조직이 절차서에 식별되었는지 확인한다.

- d. 표본으로 선택된 기록이 읽기 쉽고/ 적절하며/ 회복 가능한 상태로/ 적절히 보관되어 있는지/해당기록이 마킹, 식별 태그 또는 재료/부품/안전에 중요한 활동을 식별하는 다른 수단을 통해 추적가능한지를 확인한다.
- e. 해당기록이 훼손, 환경의 영향, 손실, 분실로부터 안전한 방식으로 보관되어 있는지 확인한다.
- f. 전자매체에 보관된 QA기록에도 앞서 언급된 내용과 동일한 관리방식이 적용되는지 확인한다. 전자기록보관시스템은 보관기간동안 NCR의 요건을 준수하여 기록의 건전성/정통성/적합성을 유지해야만 한다. 소프트웨어 형상관리 프로그램/기록 이전 및 재작성 프로그램/ 전자매체 관리프로그램의 관리는 전자기록보관시스템에 포함된다.
- g. 설계기록이 수립된 절차에 따라 보관/유지되는지 확인한다. 설계기록은 다음 항목을 포함하지만 이에 한정되지 않는다.
 - 최종설계 출력
 - 추후 개정사항
 - 주요 설계과정 (예: 계산, 분석, 컴퓨터 프로그램 작성)
 - 최종 결과물을 입증하는 입력자료

03.18 감사. 검토를 위해 감사기록의 표본을 선정한다. 다음 항목에 맞춰 감사절차의 관리내역을 평가한다.

- a. 포괄적인 독립감사를 수행하기 위한 절차가 수립되어 이행되는지 확인한다. QA프로그램의 이행활동, 이행절차, QA프로그램의 내용 및 적정성이 감사대상에 해당한다.
- b. 관리절차에서 다음 항목을 언급하고 있는지 확인한다.
 - 감사범위 및 감사목적
 - 감사의 횟수 또는 일정
(적절한 범위를 대상으로 감사를 수행하기 위한 보충감사 포함)
 - 감사 기준
 - 재감사(Re-Audit)를 실시하는 근거
 - 감사결과의 문서작성여부
 - 관리자의 검토 및 평가
 - 시정조치
 - 후속조치 (필요한 경우)

- c. 적격의 감사자들로 감사팀을 구성하였는지 확인한다. 선정된 감사자들이 본인이 담당하던 업무를 감사하지 않도록 확인한다.
- d. 감사 표본을 검토한 후, 예정된 감사가 점검표, 그리고/또는 절차에 맞춰 수행되었는지 확인한다. 체크리스트/절차에는 다음 항목이 포함된다.
 - 감사계획
 - 문서로 작성된 객관적 근거
 - 감사결과
 - 담당 관리자의 검토

감사가 적어도 QA프로그램 매뉴얼에 명시된 횟수만큼은 시행되었음을 확인한다.

지적사항이 있는 경우, 그에 대한 후속조치가 취해졌는지 확인한다.

- e. ASME 인증 보유자를 상대로 감사를 실시할 경우, 요건에 따라 허가받은 원자로 감사자 (ANI)가 제3자 감사를 수행하는지 확인한다. ANI가 'ASME Section III Code Data Report(ASME Section III 코드정보 보고서)'를 검토하고 서명하였는지 확인한다.

43002-04: 자원산정

이 검사절차는 사업자에게 기본기기를 공급하는 공급업체를 대상으로 실시하는 정기검사에 활용된다. 본 문서에서 설명하는 검사절차를 완료하는데 필요한 검사자원은, 약 200시간의 직접 검사역무(Direct Inspection Effort)로 추정된다.

43002-05: 참조목록

- 1) Manual 2507 "공급업체 검사"
- 2) 검사절차(IP) 36100, "10CFR21 50.55(e)에 따른 결함 및 불일치 보고프로그램"
- 3) 검사절차(IP) 43003 "원자력 공급업체의 반응검사"
- 4) 검사절차(IP) 43004 "일반규격품 품질검증 프로그램의 검사"

-끝-

붙임: 개정내역

(붙임)

IP 43002 개정내역

약정 추적번호 (Commitment)	발행일	개 정 내 역	추가훈련 필요여부	교육 완료일자	해결방안 추적번호 (Comment Resolution)
N/A	10/03/07 CN 07-030	4년 약정으로 연구를 수행하였으나 결과를 얻지 못함. 초판 발행.	해당 없음	N/A	N/A
N/A	ML110871933 04/25/11 CN 11-007	Manual 2507을 참조로 절차를 개 정함 Manual 2507을 참조목록에 추가 이번 개정은 OIG의 감사에 맞춰 이뤄짐 OIG - 10 - A - 02(ML 103020267)	해당 없음	N/A	N/A

NRC INSPECTION MANUAL

CQVEQV

검 사 절차 (Inspection Procedure) 43004

일반규격품 품질검증(CGID) 프로그램의 검사

<프로그램 적용: 2504, 2507, 2700>

43004-01 검사 목적

01.01 10 CFR Part21의 내용에 따라 기본기기로 사용될 일반규격품(이하 “CGI”)의 구매 및 인수에 관해, 검증주체가 보유한 일반규격품 품질검증프로그램이 10 CFR Part50의 Appendix B (이하 “Appendix B”)의 요건을 준수하는지 확인한다.

01.02 일반규격품을 품질 검증하는 검증주체의 이행절차가, Appendix B에 적합하며 일반규격품이 안전기능 성능을 보유하였다는 사실을 적합하게 보증하는지 확인한다.

43004-02 검사 요건

02.01 검증주체가 검증대상인 품목 또는 서비스의 기술평가를 위해 적절한 절차를 수립하였는지 확인한다. Appendix B의 기준Ⅲ에 따라 자재, 부품, 기기 및 공정의 적용적합성을 검토하는 활동도 이에 포함된다.

02.02 검증주체가 Appendix B의 기준Ⅶ에 따라 CGIs의 적절한 인수관리절차를 수립하였는지 확인한다.

02.03 검증주체가 일반규격품 품질검증계획을 적절하게 수립하고 이행하였는지 확인한다.

43004-03 검사지침

검사메뉴얼의 내용중 적용가능한 부분이 추가될 예정임.

03.01 검증주체가 검증대상인 품목 또는 서비스의 기술평가를 위해 적절한 절차를 수립하였는지 확인한다.

- a. 기술평가. 담당 엔지니어링조직은 기술평가를 수행한 후 그 결과를 문서로 작성한다. 기술평가는 품목이 설계요건을 만족하였음을 입증하는 데 필요한 기술요건 및 품질요건을 확인한다. 해당요건은 다음 항목을 포함하여야 한다.

1. 품목의 안전기능/수행요건/기기 또는 부품의 기능분류/적용요건에 대한 결정
2. 산업계의 추적성을 비롯한 공급업체의 기술데이터의 검토, 즉 해당품목의 적합성에 영향을 미치는 관련기술정보를 확인하기 위하여 과거 검증활동으로부터 얻은 피드백/NRC공보 및 공지사항/공급업체의 안내서신(Information Letter)/산업계의 데이터/고객 피드백 검토
3. 특정적용조건 하에서 신뢰할 수 있는 손상메커니즘을 확인하기 위한 고장모드 및 영향분석(FMEA)을 수행
4. 위에서 발견된 정보를 근거로 안전성관련 적용에 사용되는 부품, 자재, 서비스의 적합성을 보증하는 품목의 주요특성 확인. 고려해야 할 요소에는 다음 항목이 포함된다.
 - (a) 안전성기능을 완수하는 품목의 능력에 직접적 영향을 미치는 주요 설계/자재/성능 특성
 - (b) 모든 설계기준조건에서의 능동/피동 안전기능, 계통 안전/비(非)안전 인터페이스 및 계통 호환성
 - (c) 해당품목의 기능적 특성에 영향을 줄 수 있는 설계, 자재, 제조절차의 변동사항
 - (d) 특정 부품의 설계 및 기능인자를 확인하기 위한 공급업체와의 적절한 인터페이스
 - (e) 품목의 해당안전성 기능/적용요건/ 복잡성/ FMEA/성능요건을 근거로 한 주요 특성의 개수 및 성격
 - (f) 제조공정 중에 적절한 검증방법을 적용하기 위해 인수 후 검사 및 시험동안에도 효과적으로 확인될 수 없는 주요특성이 확인되어야 함.

기술평가에 따라, 안전성 기능을 수행하는 데 중요한 역할을 하는 것으로 확인된 주요 특성은, 확인을 거쳐야 한다. 다만 모든 기술요건이 주요특성으로 간주되지는 않는다.

그러나 사업자 또는 신청자는 안전성관련 적용에 사용되는 모든 부품, 자재, 서비스의

적합성을 반드시 확인해야만 한다. 공급업체 관리절차의 적합성을 확인하는 절차로는 설문조사, 특수 시험/검사, 공급업체 선정절차 중 일부로서 일반규격품 공급업체를 대상으로 실시하는 공장 확인(Source Verification) 등을 꼽을 수 있다.(아래의 '허용방법' 참조)

1. 각 주요 특성에 맞는 적절한 품질검증방법 결정
2. 발전소별 사용 환경에 맞는 검증방법에 적용될 허용기준의 확인
3. 내환경검증 또는 내진검증을 필요로 하는 계통에 사용될 CGI의 품질검증을 위한 추가 고려사항 제시.

(a) 각각의 일반규격품이 설계기준 사고/사건에 대한 혹독한 환경에서도 작동함을 보증하기 위하여 해당품목의 주요특성을 확인하는 비파괴방법(NDE) 활용 (예: 냉각재 상실사고[LOCA], 고에너지배관 파단 사고[HELB], 운전기준지진[OBE], 안전정지 지진[Safe Shut-Down Earthquake] 등). 동일품 교체는 품질 검증된 원형과 동등하거나 더 나은 성능을 나타내야 한다.

(b) 일반규격품의 안전기능/기능성능 요건/성공기준을 결정은 설계사용조건(예: 혹독한 환경, 내진)을 포함해야 함.

(c) 내진 및 내환경검증은 확인해야 할 주요 특성으로 취급함.

b. 동일품의 일반규격품 교체. '동일품 교체'란 품목을 동일한 다른 품목으로 교체하는 것이다. 동일품이 다음과 같은 특성을 만족할 경우에는 동일품 교체에서 동일한 품목이 사용된 것으로 간주될 수 있다.

- 교체할 품목을 동일한 공급업체로부터(해당 공급업체의 승계회사도 인정된다) 구매했다. 예를 들어 설계, 자재, 제조공정이 모두 동일하다.
- 교체할 품목을 동일한 시기에 동일한 공급업체로부터 구매했다. 예를 들면, 해당품목이 구매일자, 공장으로부터의 선적일자, 데이터코드로 미루어보았을 때 제조시기가 동일하거나 동일한 배치(batch) 또는 로트 번호(lot number) 등에 의해 결정되는 동일한 제조시기를 갖고 있다.

동일품 교체를 결정할 때는 단순히, 원 품목에 적용되는 것과 동일한 산업표준을 충족하는 품목을 공급할 수 있는 일반규격품 공급업체라는 사실만을 근거로 판단해서는 안 된다. 동

일한 업계표준을 충족하는 것은, 동일품 교체를 결정하기 위한 필요조건이긴 하나 충분조건이 되지는 못한다.

다음의 경우, 등가성 평가(Equivalency Evaluation)가 필요하다.

교체할 품목에서 교체될 품목과는 다른 특성을 발견하였다면 두 품목을 동일하다고 볼 수는 없지만 교체할 품목이 교체될 품목과 유사하다고 간주하고, 설계/자재/제조공정/안전성/형태/규격/기능/호환성에 나타난 변화가, 모든 설계상태(설계기준 사고조건 포함) 하에서 교체품목의 기능에 영향을 주는지, 그리고 궁극적으로는 해당 안전기능을 수행하는 기기에게까지 영향을 주는지 결정하기 위해서 등가성 평가가 필요하다.

1. 등가성 평가는 안전성 관련 용도를 위한 CGI를 수용하는 단독기준으로 사용되어서는 안 된다. 동일한 주요특성을 지닌 품목이라도 합격되기 위해서는 확인과정을 거쳐야 한다.
2. 검증주체가 등가성 평가를 통해, 교체할 품목이 교체될 품목과 동일하다는 사실을 입증할 수 있다면 안전기능, 설계요건 및 주요 특성이 재결정될 필요는 없다. 그러나 품목 합격과정, 공급업체 자격인정 및 품목 시험과정은 필요하다.

03.02 검사를 수행한 검증주체가 CGI 합격을 위한 적절한 절차를 수립했는지 확인한다. 다음은 CGI 수용을 위한 4가지 방법이다.

- a. 방법 1: 특수시험 및 검사 (Special Test and Inspections). 이 방법은 구매한 자재, 설비, 또는 서비스가 직접 구매한 것이든 계약자와 하도급계약자를 통해서 간접 계약된 것이든 상관없이, 기술요건과 품질요건을 충족하는지를 보증하는 주요특성을 검증하기 위해서 CGI가 인수된 후에 활용된다.

허용을 위한 시험 및 검사의 계획 또는 점검표는 서류화되어야 하며 다음 항목을 포함한다.

- 수행해야 할 시험 및 검사
- 활용되는 시험 방법 및 검사기술
- 확인된 주요 특성이 기술평가(Technical Evaluation)에서 결정된 합격기준에 부합하는지 확인
- 검사 및 시험 결과를 문서로 작성

인수검사활동은 CGI의 추적성이 유지될 수 있도록 수행되어야만 한다.

제품과 자재의 품질을 보증하기 위해서 검사는 객관적 증거의 확인 및 외관 및 치수/ 전기

/ 기계에 관한 검사 또는 시험 등을 포함한다.

1. 설치 전 기능시험(Functional Test before Installation) 그리고 또는 설치 후 운전시험(Operational Test after Installation)을 수행하여 CGI의 주요특성을 확인한다.

검사 및 시험장비는 적절하게 교정되어야만 한다. 적격담당자가 시험을 수행해야만 한다.

2. 시험을 위한 표본추출계획(Sampling Plan)은 국가공인산업표준에 따라, 문서로 작성된 적절한 기술기준(Technical Basis)을 근거로 작성되어야 한다. 기술근거에는 조사를 통해 확인된 품목의 균질성(Homogeneity)과 복잡성, 품목의 로트(Lot)/배치(Batch) 관리, 자재의 열 추적성(Heat traceability), 그리고 공급업체의 관리체계 적절성을 포함한다. 적절한 로트(Lot)/배치(Batch) 관리를 증명하는 또 다른 수단으로는 만족스러운 성능이력(Satisfactory Performance History)과 인수검사/시험의 결과를 꼽을 수 있다. 이러한 방법들을 품목표본추출전략 개발의 근거로 활용할 때는, 문서로 작성된 객관적 근거로 이를 뒷받침해야만 한다. CGI의 표본을 추출하는 공정이 문서로 작성되어, 공급업체가 합격 가능한 품목을 지속적으로 공급할 능력을 갖추었다는 객관적 증거 구실을 한다.

3. 공급업체 인증 자재시험보고서(Vendor-Certified Material Test Reports) 또는 품질보증확인서(Certificates of Conformance/compliance)를 근거로 하나 이상의 주요특성을 확인하는 절차를 수행할 때는 해당서류의 유효성을 확인해야만 한다. (아래의 방법2 참조) 구매자는, 공급업체가 적절한 추적성 관리절차(Traceability Control)를 수립하여 이들이 효과적으로 이행되는지 확인한다. 만약 유통업체가 공급구조에 속해있다면 해당업체들의 활동을 조사하여 추적성 및 적절한 보관조건이 유지되고 있음을 보증할 필요가 있다. 지금까지 언급한 방법을 활용하여 품목을 합격하는 절차는 인수검사를 수행함으로써 완료된다. 인수검사에는 품질보증확인서(C of C) 또는 공급업체 인증 자재시험보고서가 첨부된다.

4. 품목을 인수할 때 부품번호 및 인증서류에만 의존한다면 일반규격 구매품의 품질과 적합성을 보증받을 수 없다.

- b. 방법 2: 공급업체의 일반규격품 조사. 공급업체의 일반규격 품질관리(Commercial Quality Control) 결과를 근거로 하여, 구매자가 하나 이상의 주요특성을 확인하기를 강력하게 희망할 때 이 방법을 사용한다.

일반규격품 조사(Commercial - Grade Survey)를 적절한 주기로 수행하여, 품목의 주요특성에 적용되던 공정관리가 효과적으로 이행됨을 보증한다. 일반규격품 조사의 주기를 결정할 때는 다음의 요인들을 고려한다.

- 품목의 복잡도
- 구매 횟수
- 인수검사
- 품목의 수행이력
- 공급업체 관리절차의 변동사항에 대한 지식

공급업체로부터 품목을 인수할 때 서류화되지 않은 일반규격 품질관리 프로그램 또는 필요에 따라 관리절차를 효과적으로 이행하지 않는 프로그램을 활용한다면, 방법2만을 단독으로 사용할 수 없다.

검증주체는, 문서로 작성한 프로그램/절차를 효과적으로 수행하여 구매대상인 품목의 주요 특성을 관리한다.

1. 품목의 운전내역 및 주요 특성을 이해하고 있으며, 품질 감사에 대한 훈련을 받은 자(者)가 조사를 수행해야 한다.
공급업체가 주요 특성 관리를 위해 사용하는 절차를 검토하고, 해당관리절차가 구매한 품목과 동일하거나 유사한 품목의 제조공정에서 실제로 이행되는 과정을 확인한다.
2. 적절히 관리되지 못하고 있는 주요 특성을 계약에 명시하여, 공급업체가 추가관리절차를 도입하거나 다른 확인방법을 사용하도록 유도한다.
3. 공급업체의 관리절차가 만족스럽다는 결정을 내렸다면, 품목의 구매지시에 해당관리프로그램/절차 및 개정사항을 계약요건으로 제시한다. 조사를 통해 검토 및 합격한 세부관리절차를 제조공정에 포함시킨다.
4. 일반규격품조사 수행계획에는 조사대상인 품목의 확인, 해당품목이 지닌 주요특성의 확인, 관리절차의 확인(프로그램/절차 및 개정사항) 그리고 수행할 확인절차에 대한 설명이 포함된다.
5. 제3자(예:NUPIC[원전구매위원회] 또는 그 회원)가 준비한 조사보고서는 다음 항목이 고려되어야 한다.
 - (a) 조사기관의 조사절차, 점검표 그리고 담당자의 검토 및 수락 (예: NUPIC 조사절차 및 점검표)
 - (b) 해당조사가 주요 특성별/원전 적용상황별로 특정되어있음을 보증

- (c) 구매업체의 적용환경(Application)에서 요구하는 주요 특성이 구매업체에 의해 관리되고 있음을 실제로 확인하였다는 사실을 조사보고서에서 제시

6.* 원문없음.

- 7. 유통업체의 실제 품목취급내역이 유통업체의 관리조건(Terms of Control)에 제시되어야만 한다.

(예: 고객반품[Customer Returns]의 분리 등)

그러나 유통업체 조사를 효과적으로 수행하기 위해서는 다음의 요소들 역시 고려할 필요가 있다.

- (a) 문서화되었으며 검증 가능한, 원 제조자에 대한 추적성.

- (b) 원 제조자가 사용한 포장/마킹 등의 가시성 및 건전성

- (c) 감지하기 어려운 손상 및 변조(Tampering)에 관한 해당품목의 민감성

- (d) 특정 공급업체 및 유통업체와의 거래이력 또는 거래내역

유통업체가 물리적으로 품목을 보유하고 있었다는 사실만으로 해당품목의 상태에 영향을 줄 가능성이 거의 없고, 해당업체가 보유기간 동안 품목을 엄격하게 관리하였다면 유통업체를 별도로 조사할 필요는 없다.

또한 부품제조업체를 조사대상에 포함하고, 유통업체와 부품제조업체 모두가 적절한 관리절차를 보유하고 있다는 사실을 조사를 통해서 확인해야만 한다.

- 8. 검증주체는 부품, 자재 또는 서비스의 하도급공급업체를 관리할 책임을 지닌다. 또한 해당 부품, 자재 또는 서비스의 중요도에 따라 하도급공급업체에게 적절한 통제를 가해야만 한다. 조사를 통해 이러한 통제절차를 제시함으로써 공급업체가 시험결과 및 검증을 합격하기 위한 적절한 근거를 보유하도록 한다.

- 9. 최초 기기 제작업체/공급업체 또는 자재 공급업체가 작성한 일치 검증서 또는 검증자재 시험보고서는, 다음 조건이 충족되는 경우에 한하여 합격될 수 있다.

- (a) 문서로 작성되고 검증된, 원 제조업체에 대한 추적성이 확립되어있다.

- (b) 원 제조업체 또는 자재 공급업체가 검증대상인 활동에 대해 적절한 품질관리를 이행

하였다는 사실을 구매자가 확인하였다.

- c. 방법3: 공장 확인(Source Verification). 이 방법에는 공급업체 또는 시험기관(Test Laboratory)으로부터 일반규격품을 출고하기 전에 수행하는 품질관련 입회검사가 포함된다. 입회검사는 직접관찰을 통해, 구매품목의 선정된 주요특성이 관리자에 의해 적절히 관리되고 있다는 사실을 보증하기 위한 검사이다. 또한 선정된 주요특성을 확인하기 위해 특수 시험 그리고/또는 검사가 요구되며, 해당시험장비가 오직 공급업체의 설비에서만 이용 가능한 경우에도 방법3을 적용할 수 있다.

1. 방법.3은 문서로 작성된 계획에 따라 관리한다. 다음 항목은 방법3의 수행계획에서 고려해야 할 사항이다.

(a) 제조 또는 시험과 연관된 특정 관심공정(Interest Process)의 확인

(b) 수용에 필요한 주요특성을 확인하기 위해 활용되는 검증방법

(c) 제조공정 중에 설계, 자재, 성능특성을 확인할 적절한 필수확인점(Hold Point). 제조공정이 완료된 이후 해당특성을 확인할 수 없을 경우에 수행할 제품의 안전성 관련 기능 시험 등.

(d) 일반규격품의 주요 특성 확인과정과 공급업체 설비에서의 제조공정을 직접감독(Direct Observation)하는 검증주체의 검사원. 해당 검사원은 감사절차에 능숙한 기술전문가이자 해당제품의 운전, 해당제품의 특성을 잘 아는 자(者)여야만 한다.

(e) 공장 확인을 수행한 결과를 문서로 작성. 문서로 작성할 내용에는 합격해야 할 주요 특성 및 실제 확인결과가 포함된다. 부적합이 발견되었다면 공급업체는 품목 선적 전에 이에 대한 시정조치(Correct)를 수행해야만 한다.

2. 검증주체 검사자는 선적을 허가하고 초기 추적성(Initial Traceability)을 확립한다.

- d. 방법4 : 수용 가능한 공급업체/품목 성능기록(Acceptable Supplier/Items Performance Record). 문서로 작성된 품목의 성능기록을 근거로, 하나 이상의 주요 특성을 입증할 때 사용하는 방법이다.

1. 해당 성능기록의 표본에는 다음 항목이 포함된다.

- 주요 특성에 적합한 품질관리
- 적합한 산업계 성능기준(Performance)

적합한 산업계의 성능기준의 경우, 확립된 성능기준 기록이 품목의 주요 특성 및 해당 안전성관련 적용에 직접 적용 가능한 업계전체 성능데이터를 기반으로 하고 있지 않는 이상, 단독으로 활용되지 못한다. 일반규격품의 성능품질(Quality of Performance)에 관한 정보는 아래와 같은 항목들이 있으며, 이 항목들은 품질검증 절차의 인자가 된다.

- 외부 자료 : 운전사건보고서[Operation Event Report], NRC, 공급업체기기 기술정보 관련프로그램, INPO[Institute of Nuclear Power Operations: 원자력 발전 운영자 협회].)
- 일반규격품 조사
- 공장 확인
- 인수검사
- 기존의 품질검증 또는 자격검증
- 검증절차에 반영된 운전이력(Operation History)

2. 방법4.는 앞서 언급한 방법 중 하나 이상의 방법과 병행하여, 공급업체의 적합한 성능이력(Historical Performance)을 보증하는 데 필요한 객관적 증거를 구비하는 데 사용한다.

03.03 검증 패키지 중 대표 표본(Representative Sample)을 검토하여, 검증활동을 위한 절차가 적절하게 계획되고 이행되는지 여부를 평가한다.

- a. 검증절차를 통해, 03.01에서 언급된 안전성 기능 관련 설계, 자재 및 성능특성을 확인하였는지 확인한다.
- b. 섹션 03.02에서 언급한 내용 중 적합한 방법을 활용하여 주요 특성이 만족됨을 검증주체가 입증하였는지 확인한다.

03.04 용어정의(Definitions)

- a. 기본기기(Basic Component). 다음 항목의 보증여부에 따라 안전기능 수행에 영향을 받는 구조물, 시스템, 기기, 또는 부품
 - 원자로 냉각재 압력경계(RCPB)의 건전성
 - 원자로 정지능력(Shutdown Capability)/안전정지 상태(Safe Shutdown Condition) 유지
- 10 CFR 50.34(a)(1), 10 CFR 50.67(b)(2), 또는 10 CFR 100.11에서 언급된 것과 비슷한 잠재적 소외피폭(Potential Offsite Exposure)의 원인이 되는 사고의 영향을 예방하거나 축소할 수 있는 능력.

기본기기는 10 CFR Part 50의 Appendix B을 준수하는 QA프로그램에 따라 설계/제작된

품목 또는 검증절차를 성공적으로 완료한 일반규격품이다.

어떠한 경우에도, 기본기기는 구성품 공급업체 또는 기타업체가 제공하는 기기 하드웨어 (Component Hardware)와 관련된 부품 또는 컨설팅서비스의 안전 관련 설계/분석/검사/시험/제조/교체를 포함한다.

- b. 품질보증확인서(Certificate of Compliance): 특정 자재가 특정요건을 만족함을 입증하는 서류.
- c. 자재시험성적서(CMTR): 특정 자재가 특정요건을 충족함을 입증하는 서류로서, 모든 화학 분석/화학처리/화학시험/화학검사의 실제결과를 포함한다.
- d. 일반규격품(CGI): 다음 항목의 보증여부에 따라 안전기능 수행에 영향을 받는 구조물, 시스템, 기기, 또는 부품으로서 기본기기로 설계/제조되지 않은 것
- e. 일반규격품 조사(Commercial-grade Survey): 일반규격품 공급업체가 품질활동을 통해 구매대상인 일반규격품의 주요특성 중 일부 또는 전부를 관리하고 있는지 확인할 목적으로, 구매자 또는 그 대리인이 수행하는 활동
- f. 일반규격품 품질검증 패키지(Commercial-grade dedication package): 특정 항목과 특정기능을 위한 일반규격품 품질검증의 결과로 품질 감사가 가능한 문서모음. 이러한 문서들은 일반규격품 품질검증 절차를 만족시키기위한 기술기준과 품질기준을 포함한다. 그리고 일반규격품이 요구되는 안전기능을 수행하는 것을 객관적으로 입증해야 한다.
- g. 주요 특성(Critical Characteristics): 일반규격품이 지닌 중요한 설계/자재/성능특성. 일단 확인과정을 거치고 나면, 해당품목이 안전기능을 수행하리라고 보증하게 된다.
- h. 품질검증주체(Dedicating Entity): 품질검증절차를 수행하는 조직. 품목의 제조업체, 제3자 또는 원전사업자 본인이 검증절차를 수행한다. 검증주체는 편차를 확인하고 평가하며 검증품목의 불일치와 불만족을 보고하고 감사를 수행할 수 있도록 검증과정을 문서화할 책임을 지닌다. (10 CFR 21)
- i. 품질검증(Dedication): 기본기기로 사용될 일반규격품이 해당안전기능을 수행할지에 대한 합리적인 보증(reasonable assurance)을 얻기 위한 합격절차(acceptance process). 이 경우 Appendix B의 QA프로그램에 따라 설계/제조된 품목과 동일하게 간주된다. 품질보증은 다음의 방법으로 획득할 수 있다. 품목의 주요특성을 확인하고 (이 과정은 동일품 교체에는 해당되지 않는다.)

- 운송 후에 구매자 또는 제3검증주체가 검사/ 시험/ 또는 분석을 수행하여 적합성 확인 [방법1]
- 다음 중 하나 이상의 방법을 수행하여 적합성 확인
일반규격품 조사[방법2], 제조업체 설비에서 이뤄지는 제품검사 또는 필수 확인점에서의 입회(Witness) [방법3], 적합한 성능(Acceptable Performance)의 이력기록 분석[방법4]

어떠한 경우여라도 검증절차는 반드시 Appendix B의 적용 가능한 조항에 따라 이뤄져야만 한다. (10 CFR 21)

- j. 엔지니어 판단사항(Engineering Judgement): 적격자(Qualitified Individual)가 이미 언급된 전제로부터 결정을 도출하기 위해 수행하는 논리적 추론과정(Logical Reasoning). 이 과정은 품질검증을 할 수 있을 만큼의 충분한 서류로 뒷받침되어야 한다.
- k. 동일품 교체(Like for Like Replacement): 특정 품목을 동일한 품목으로 교체하는 것
- l. 구매서류(Procure Document): 구매자가 수용 가능하며 반드시 충족해야만 하는 기술요건 및 품질요건을 정의하는 계약서.
- m. 공장 확인(Source Verification): 공급업체나 시험기관으로부터 CGI를 출고하기 전에 구매자 또는 그 대리인이 공급업체의 설비에 입회하는 활동. 직접적 관찰을 통해 품목의 선정된 주요특성이 공급업체에 의해 확인되었음을 보증한다.
- n. 추적성(Traceability): 기록된 확인수단을 활용하여 품목의 이력(History)/장소(Location)/적용(Application)을 확인하는 능력. 제조업체가 하나 이상의 주요특성을 확인하기로 되어있는 경우 해당 제조업체에 대한 추적성이 요구된다.

43004-04 자원산정

본 문서에서 설명하는 검사절차를 완료하는데 필요한 검사자원은, 각 설비 당 약 160시간의 직접적인 검사역무로 추정된다.

43004-05 참조목록

- 1) Manual 2507 “공급업체 검사”
- 2) IP 36100 "부적합 및 불일치를 보고하기 위해 10 CFR Part 21 및 50.55(e)에서 제시하는 프로그램의 검사“
- 3) US NRC GL89-02 “모조품과 위조품 확인 개선 방안“

NRC/ 워싱턴, 1991년 4월 9일/ ADAMS accession no. ML031140060

- 4) US NRC GL91-05 "원전사업자를 위한 일반규격품 구매 및 검증 프로그램" NRC/ 워싱턴, 1991년 4월 9일/ ADAMS accession no. ML031140508
- 5) NRC IP 38703 "일반규격품 검증(Commercial-Grade Dedication)"
- 6) ANSI ASME NQA-1 "원자력시설 적용에 대한 QA 프로그램 요건(Quality Assurance Program Requirements for Nuclear Facility Applications)", 1994년 판
- 7) EPRI NP-5652 "핵 안전성 관련 적용 일반규격품을 사용지침서(Guideline for the utilization of Commercial-Grade Items in Nuclear Safety-Related Applications)"(NCIG-07)
- 8) EPRI NP-6406 "원자력발전소에 사용될 교체품목의 기술평가지침서(Guideline for the Technical Evaluation of Replacement Items in Nuclear Power Plants)" (NCIG-11)"
- 9) EPRI NP-6629 "원자력발전소 품목의 구매 및 인수 지침서(Guideline for the Procurement and Receipt of Items for Nuclear Power Plants)" (NCIG-15)
- 10) EPRI NP-6630 "성능을 기준으로 한 공급업체 감사지침서(Guideline for the Performance-Based Supplier Audit)" (NCIG-16)
- 11) EPRI NP-6895 "원자력발전소에 사용된 시스템, 기기, 부품의 안전성 분류 지침(Guideline for Safety Classification of Systems, Components and Parts Used in Nuclear Power Plants Applications) (NCIG-17)
- 12) EPRI NP-7218 "일반규격품 합격을 위한 표본추출계획 활용지침(Guideline for the utilization of Sampling Plans for Commercial-Grade Item Acceptance)" (NCIG-19)
- 13) Manual 2504 "시공 검사프로그램을 활용한 시공 및 운전 프로그램 검사(Construction Inspection Program Inspection of Construction and Operational Inspection)"
- 14) Manual 2507 "공급업체 검사"
- 15) Manual 2700 "공급업체 검사 프로그램"

-끝-

붙임: IP 43004 개정내역

약정 추적성번호 (Commitment)	발행일자	개 정 내 역	추가훈련 필요여부	교육 완료일자	해결책 추적성 번호 (Comment Resolution)
N/A	10/03/07 CN 07-030	4년 약정으로 연구를 수행하였으나 결과를 얻지 못함. 초판 발행.	해당 없음	N/A	N/A
N/A	ML 1108711933 04/25/11 C N 11-007	적용된 매뉴얼 장을 참조하여 검사 절차 개정. 참조를 위해 적용된 매뉴얼 장 추가. 이번 개정은 OIG의 감사에 따라 이뤄짐. OIG - 10 - A - 02(ML 103020267)	해당 없음	N/A	N/A

NRC INSPECTION MANUAL

HLWRS

검 사 절차 (Inspection Procedure) 78010

10 CFR Part21 프로그램

<프로그램 적용: 2300>

78010-01 검사목적

미국 에너지국(DOE)은 10 CFR Part63 “네바다 유카 산의 지질학적 저장소에 고준위 방사성 폐기물을 처분하는 문제에 따라 시공허가/원자재, 특수해물질, 부산물을 인수하고 소유할 면허를 신청한 자(者), 혹은 보유한 자(者)로써 Part63의 시설 및 활동을, 본 문서에서는 각각의 시설 및 활동에 필요한 기본기기의 공급업체로서, 10 CFR Part21에서 요구하는 상당한 안전성 위험(이하 SSHs: Substantial Safety Hazard) 관련 불일치 및 불만족 보고 요건을 효과적으로 준수하기 위한 프로그램과 절차를 확립하였다.

78010-02 검사요건

02.01 주체가 10 CFR 21.21(a)의 요건에 따라 편차와 불만족을 평가하였는지 검증한다.

02.02 주체가 10 CFR 21.21(b)의 요건을 이행하여 구매업체 또는 영향을 받게 될 원전사업자에게, 편차와 불만족을 통지하였는지 검증한다.

02.03 주체가 10 CFR 21.21(d)의 요건을 이행하여 NRC에게, SSHs와 관련하여 확인한 편차와 불만족을 통지하였는지 검증한다.

02.04 주체가 10 CFR 21.31의 요건에 따라 기본기기의 구매서류에 Part21의 적합성을 명시하였는지 검증한다.

02.05 주체가 10 CFR 21.51의 요건에 따라 기록을 보존하였는지 검증한다.

02.06 주체가 10 CFR 21.6에서 제시하는 요건에 따라 검사장소를 지정하였는지 검증한다.

78010-03 검사지침

03.01 다음 항목을 통해, 10 CFR 21.21(a)에서 요구하는 대로 편차와 불만족을 평가하기 위한

관리 절차가 갖추어져 있는지 검증한다.

- a. 주체가 다음을 수행함으로써 편차와 불만족을 평가하는 절차를 채택하였는지 검증한다.
 1. SSHs를 유발할 수 있는 편차와 불만족이 시정되지 않고 남아 있는지 확인하기 위해서, 가능한 한 신속하게 편차와 불만족을 평가할 조치. 이러한 조치는 어떠한 경우에도 해당 편차와 불만족을 발견한 날로부터 60일 이내에 수행되어야 한다.
 2. 만약 60일 이내에 평가를 완료하지 못했다면, 편차와 불만족을 발견한 날로부터 60일 이내에 위원회에 잠정보고서(Interim Report)를 제출하기 위한 조치. 잠정보고서는 평가 대상이 되는 편차와 불만족을 설명하고 평가완료일을 제시한다.
 3. 임원 또는 담당사무관에게 SSHs를 유발할 수 있는 편차와 불만족을 가능한 한 빨리 보고하되, 어떠한 경우에도 평가 완료일로부터 5일을 넘기지 않아야 한다.
- b. Part 21 프로그램과 절차는 불일치 와 개정 행위에 직접적으로 관계되어 제공되는 품질보증 절차를 제시한다.
- c. 그대로, 따르거나 변형해야 할 결점, 부적합품이 없는 범위에서 표본을 선별하라
 1. 그 아이тем은, 설립된 절차를 만족하는 평가로 확인되었다.
 2. 평가에 사용된 정보와 데이터는, 명확히 문서화 되었고 완전하다.
 3. 평가의 발견

03.02 만약 기본 부품을 공급하는 주체가 10 CFR 21.21(a)(1)에서 요구하는 대로 편차와 불만족을 평가/검증할 능력을 갖지 못하였다고 판단한다면, 해당주체는 10 CFR 21.21(b)의 요건을 이행하여 편차와 불만족을, 구매업체 또는 영향을 받게 될 원전사업자에게 통지하였는지 확인한다. 다음 항목을 통하여 해당조치를 갖추었는지 확인한다.

- a. 5일 이내에 모든 영향을 받게 될(또는 잠정적으로 영향을 받게 될) 원전사업자 또는 구매사업자(업체)에게 통지 하게끔 해당주체가 지시하였는지 확인한다.
- b. 해당주체가 10 CFR 21.21(a)(1)에서 요구하는 대로 편차와 불만족을 평가/검증할 능력을 갖지 못한 편차와 불만족을 확인한 후 표본을 선정한다.
 1. 편차와 불만족이 발생한 품목은 확정된 절차에 따라 평가를 수행하기 위해 선정되었다.
 2. 해당 주체가 잠정적으로 영향을 받게 될 모든 사업체 또는 구매사업자를 확인하여 그들에게 5일 이내에 이 사실을 통지하였다.

03.03 다음 항목을 통해, 해당주체가 10 CFR 21.21(d)의 요건을 이행하여, SSHs와 관련하여 확

인한 편차와 불만족을, NRC에게 통지하였는지 검증한다.

- a. 임원/담당사무관/설계자가 편차와 불만족을 암시하는 정보를 습득하게 되었을 때, 이를 위원회에 보고할 수 있도록 보장하는지, 해당주체가 보유한 프로그램과 절차를 검증한다.
- b. 해당주체가 보유한 프로그램과 절차가 다음 항목에 따라, 확인한 편차와 불만족을 보고하기 위한 절차와 기한을 반영하였는지 검증한다.

- 1. 초기통지는 정보취득일로부터 2일 이내에 작성하여 임원/담당사무관/설계자가 FAX 또는 전화로 제출한다.

- 2. 편차와 불만족을 확인하였다는 정보를 임원/담당사무관/설계자가 취득한 날로부터 30일 이내에 서면으로 통지를 작성하여 위원회에 제출한다.

- c. 해당주체가 보유한 프로그램과 절차가, 다음 정보를 포함하여 서면으로 통지를 작성하여 제출할 방법을 제공하는지 검증한다.

- 1. 위원회에 통지하는 개인의 성명/주소
 - 2. 편차와 불만족이 발생한 기본기기의 확인
 - 3. 해당 기본기기를 공급하는 공급업체
 - 4. 편차와 불만족의 특성. 그리고 이로 인해 발생하였거나 발생할 수 있는 SSHs.
 - 5. 편차와 불만족이 발생하였다는 정보를 습득한 날짜
 - 6. 이 지침에 따라 설비에 사용된 기본기기의 숫자와 장소
 - 7. 해당 편차와 불만족에 대해 취한 시정조치
 - 8. 시정조치를 담당할 담당자의 이름
 - 9. 시정조치 완료에 투입된 시간

- d. 임원/담당사무관/설계자가 편차와 불만족을 위원회에 보고한 기록의 표본을 선정한다. 그리고 해당 통지가 본 문서에서 03.03(b)와 03.03(c)의 지침을 만족하여 적시에 완료되었는지 검증한다.

03.04 10 CFR 21.31의 요건을 이행하여 구매서류를 관리하고 있는지 검증한다. 즉, 기본기기의 구매서류를 선정하여 각 구매서류가 Part21의 적합성을 상세하게 명시하였는지 검증한다.

03.05 10 CFR 21.51의 요건을 이행하여 기록을 관리하고 있는지 검증한다. 즉, 해당주체가 다음 항목을 수행하기 위한 절차와 관리를 보유하였는지 검증한다.

- a. 평가 완료일로부터 최소한 5년 이후까지, 편차와 불만족 에 대한 평가내역을 보관한다.
- b. 기본기기를 제공하는 주체는 영향을 받게 될(또는 잠정적으로 영향을 받게 될) 모든 사업체 또는 구매업체에게 5일 이내에 통지한 내용을, 통지일로부터 최소한 5년 이후 까지 보관한다.
- c. 기본기기를 제공하는 주체는 기본기기 또는 이와 관련된 서비스를 운송한 후 최소한 10년 이후까지, 해당 부품 또는 서비스를 구매한 업체에 관한 기록을 보관한다.

03.06 적어도 하나 이상의 검사장소를 선정하고 다음 항목을 검증함으로써, 10 CFR 21.6의 장소지정요건을 준수하였는지 확인한다.

- a. 10 CFR 21. 6(a)에서 요구하는 대로, Part21에 따라 활동이 이뤄지는 눈에 띄는 장소에 다음 정보가 게재되어 있다.
 - 1. 1974년 제정된 에너지재생법 206조(Energy Reorganization Act, Section 206)
 - 2. Part21의 최신판
 - 3. Part21에 제시된 규제를 이행하기 위해 해당주체가 채택한 절차
- b. 10 CFR 21. 6(a)에서 요구하는 대로 정보를 게재하는 것이 불가능하다면, 10 CFR 21. 6(b)에서 요구하는 대로 다음 정보를 게재한다.
 - 1. 1974년 제정된 에너지재생법 206조
 - 2. 다음 정보의 고지
 - (a) Part21의 내용 그리고 해당규정의 이행 절차
 - (b) Part21에 따라 보고서를 작성할 자의 성명
 - (c) Part21의 내용 및 그 이행 절차를 검사할 장소

78010-04 자원산정

본 문서에서 설명하는 검사절차를 완료하는데 필요한 검사자원은, 원전마다 약 40시간동안의 직접검사역무로 추정된다.

78010-05 참조목록

- 1) U.S. 10 CFR Part21 "불일치사항 및 불만족사항 보고"
- 2) U.S. 10 CFR Part63 "네바다 유카 산의 지질학적 저장소에 고준위 방사성 폐기물을 처분하는 문제"

-끝-

붙임: 개정내역

(붙임)

IP 78010 개정내역

약정 추적번호 (Commitment)	발행일자	변동사항	추가훈련 필요여부	교육 완료일자	해결방안 추적번호 (Comment Resolution)
N/A	09/11/08 CN 08-026	IMC 23000 “유카 산 검사 프로그램: 허가 신청 검토기간” 의 검사를 지원할 목적으 로 IP78010 초판 발행. 4년 약정으로 연구를 수행하였으나 결과를 얻지 못함.	해당 없음	N/A	ML08207029 3

NRC INSPECTION MANUAL

RII

검 사 절차 (Inspection Procedure) 88114

품질에 영향을 주는 제품(10 CFR Part21) 및 일반규격품(CGI) 검증절차 (사후검사)

<프로그램 적용: 2630>

88114-01 검사목적

안전에 영향을 주는 제품의 고장 여부는 10 CFR Part21에서 제시하는 제품구매 절차 또는 일반규격품 품질검증절차가 적절하게 수행되지 못했기 때문에 발생한다.

88114-02 검사요건

02.01 사후검사 요건(발전소 가동 전 또는 가동 중 안전성관련 적용 제품과 검증된 일반규격품의 고장 후 수행되는 검사이다)

- a. 초기평가. 고장을 일으킨 제품에 대한 원전사업자 평가를 검토한 후, 고장을 일으킨 제품이 QAI 또는 CGI로 구매되었고 안전성관련 적용을 위해 제품이 검증되었는지 판단한다. 만약 해당 제품이 검증되었다면 제품의 구매기록과 검증기록을 모두 검토하여 일반규격품 검증절차가 철저히 지켜졌는지 확인한다.
- b. 추가평가. 주요특성 중 일부가 확인되지 않았거나 적절히 검증되지 않아 고장 난 제품으로 확인 될 경우 다음의 평가를 수행한다.
 1. 동일한 로트/배치에 속한 다른 제품 또는 일반 규격품이 유사한 방식의 품질검증절차를 거쳐 다른 안전성관련 적용에 설치되었는지 확인한다. 만약 설치되었다면, 원전사업자가 해당 QAI 또는 CGI가 설치된 설비 또는 기기의 작동평가를 수행하였는지 확인한다. 검사자는 또한 원전사업자가 제공한 데이터를 검토하여, 비안전성관련 적용에서 고장을 일으킨 CGI를 파악한다. 동일한 CGI가 안전성관련 적용에서 사용되거나 구조물, 설비, 기기의 안전 가동에 영향을 주는 잠재성이 있다라는 가능성을 검사해야 한다.
 2. 고장으로 확인된 QAI 또는 CGI와 유사한 계통 및 주요 특성을 지닌 다른 QAI 또는 CGI를 최소한 3개 이상 선별하여 상기 1에서 언급한 절차에 따라 평가한다.

02.02 프로그램 사후검사 요건. (앞서 언급한 내용을 모두 수행한 후, 만약 CGI 품질검증절차에서 취약점이 있었다라고 판단되면, 검사자는 다음의 검사요건에 따라 원전사업자의 품질검증 절차를 더욱 포괄적으로 검사하여야만 한다)

- a. 프로그램 및 절차 검토. 본 문서의 03.02절과 Appendix A에서 제시하는 검사지침을 활용하여 원전사업자의 QAIs의 구매, CGIs의 구매 및 품질검증의 절차와 해당 프로그램을 검토한다.
- b. 품질검증 패키지 선정. 원전사업자가 제출한 일반규격품 목록 중에서 평가대상이 될 품질검증패키지를 여러 개 선정한다. 이를 위해, 원전사업자에게 각 제품의 구매 및 품질검증 기록 패키지 전부를 제공해줄 것을 요구한다.
- c. 품질검증 패키지 평가. 본 문서 03.01절의 검사지침에 따라 상기 b에서 선정된 품질검증 패키지를 대상으로 상세한 평가를 실시한다.
- d. 훈련효과 평가. 만약 검사자의 평가를 통해 원전사업자의 품질검증 활동에 취약점이 확인된다면, 검사자는 추가검사를 실시하여 원전사업자가 보유한 훈련프로그램의 취약점이 그 원인이 되는지 검사를 해야 한다. 검사자는 원전사업자가 효과적인 훈련프로그램을 시행하고 있는지 확인하여야 한다.

88114-03 검사지침

배 경. 원전사업자는 안전성관련 적용에 사용된 제품의 품질을 보증할 수 있어야 한다. 과거에 원전사업자는 NRC 유자격 QA프로그램의 요건에 따라 유자격업체로부터 주요 제품을 구매했다.

그러나 유자격 공급업체의 감소로 인해 원전사업자는 예전보다 자주 일반규격 교체 부품을 안전성관련 적용에 사용할 목적으로 제품을 구매하고 품질검증을 수행하게 되었다.

CGI 품질검증을 수행하는 횟수가 증가함에 따라, 검사자가 원전사업자가 채택한 일반규격품 구매 영향을 평가하고 역추이 또는 새로운 문제점을 확인할 수 있도록 지침을 제공하고자 한다.

검사일정 조율. IROFS의 고장 또는 해당 안전기능을 수행하는 부품의 고장 발생이 QAIs프로그램 또는 일반규격품 품질검증의 취약점으로 인해 원인이 되었다면 본 검사절차를 수행해야 한다. 본 검사절차는 독립적으로 수행될 수 있으며, 다른 팀 단위 검사를 보충하는 역할로써 수행할 수도 있다. 검사절차에는 유지보수, 개조, 세부검사가 포함된다. 상황에 따라서는 고장이 발생한 IROFS 또는 그 부품의 검토, 팀 단위의 강화검사의 검사실패현황에 대한 검토가

포함되기도 한다.

현장검사 실시에 앞서, 원전사업자가 일반규격품으로 구매하여 안전성관련 적용에 설치하기 위해 품질검증을 수행한 제품 목록과 같은 필요로 하는 정보를 제공한다. 그 밖에도 검사자는 원전사업자의 구매 및 품질검증 절차를 잘 알기 위해 원자사업자의 프로그램 및 절차를 요청하고 검토해야 한다. 또한 본 문서에 맞춰 품질검증 패키지를 검토하는 동안 원전사업자로부터 최근의 장비 고장목록을 제출받아 활용한다.

세부 지침

03.01 사후검사

- a. 초기평가. 구매 또는 품질검증과정에서 QAI 또는 CGI가 안전기능 수행에 적합하도록 주요 설계, 자재 및 성능특성이 언급되지 않는 경우에는 QAI 구매 프로그램 또는 CGI 품질검증프로그램의 일반적 취약점으로 인해 고장이 발생할 수 있다. 실례를 들어 살펴보자. 자재구성, 기계적 성질이 규격조건을 충족하지 못했으며 불일치자재가 공급되었다는 사실이 품질검증절차에 의해 검증되지 않았을 때 안전성관련 적용에 사용된 볼트부분에서 고장이 발생하였다.

이때는 검토 후 원전사업자의 담당자와 논의를 거쳐 고장을 일으킨 QAI 또는 품질이 검증된 CGI에 대해서 고장 및 근본원인 해석을 분석하고 검토한다. 검사자는 고장의 원인이 설계결함인지, 아니면 해당제품의 안전기능 또는 정상마모와는 관계없이 발생한 고장인지 결론을 내리기 위해 노력하고 이를 추가 검토대상에서 제외시켜야 한다. 또한 검사자는 CGID 절차의 취약점으로 인해 발생한 것으로 판단되는 고장을 검사하는데 주력해야만 한다. CGID 절차의 취약점으로 인해 고장이 발생하지 않았다면 검사자는 이 품질검증절차를 더 이상 검사할 필요가 없다. 검사목표를 변경하여 가령 적합성 여부 시정조치를 검사목표로 결정한 경우에는 그에 맞는 별도의 절차를 활용해야 할 것이다. 고장모드 및 고장의 원인이 결정되면 원전사업자가 주요 특성을 확인하였는지 품질검증 패키지를 검토한다. 본 문서의 Appendix A는 검사요건이 아닌 주요 특성을 확인하고 선정하는 지침을 포함한 품질검증 문제를 논의하기 위한 것으로 활용한다. Appendix A를 적절히 시행하면 규제요건을 충족할 대책을 마련할 수 있을 것이다. 그리고 이를 통해 원전사업자는 10 CFR Part70 '건설허가요구서, QA계획 및 관련 절차서를 준수할 수 있다. Appendix B는 일반규격품 품질검증활동에 사용되는 용어를 정의한다. Appendix C는 대표적인 품질검증 패키지 구성을 소개한다.

안전성관련 계통에 맞는 품질의 CGIs가 해당 안전기능을 수행하리라는 확신을 갖는 것이

구매 또는 품질검증패키지를 검토하는 목표이다. 그러므로 검사 성과는 품질검증절차에서 잠재적으로 IROFS 또는 부품이 가동 될 수 없도록 하는 취약점으로 정해진다.

(1) 품질검증 패키지의 검토. 원전사업자의 구매 및 품질검증 절차와 방식에 익숙해졌다면, 다음내용에 따라 품질검증 패키지의 검토를 실시한다.

- 제품의 해당안전기능이 다음의 기술평가문서를 통해 검토 되었는지 검증한다.
 - 제품의 분류
 - 가상 고장모드
 - 제품의 동일성 및 대체성 평가
- 제품이 안전기능을 수행을 보장하기 위한 주요 설계, 자재, 성능 특성이 확인되었는지 판단한다.
- 원전사업자가 적절한 인수방법을 사용하여 주요 특성을 확인하였는지 판단한다. 가능하다면 설치 후 시험과 정기적인 감독/검사를 수행한다.
- 주요 특성의 선별 및 검증 기준으로 엔지니어 판단사항을 검토한다. 해당제품이 동일 품 교체 대상인지 아니면 단종된 제품을 새 제품으로 교체할 대상인지 판단한다.
- 해당 제품이 기존의 평가내용과는 다른 별개의 안전성 관련 계통에 별도의 설계, 자재, 성능특성이 적합한지 판단한다. 이는 다량제품 또는 재고자재를 대상으로 일반품질검증을 수행하는 경우에 특히 유용하며 검증을 통해 안전성능에 관한 설계, 자재, 성능특성을 입증할 수 있는지 확인한다.
- 해당제품의 교체원인을 판단한다.
 - 반복하여 고장을 일으켰는가?
 - 불리한 조건의 영향으로 인해 성능이 저하되었는가?
 - 해당제품이 개조품 또는 모조품이었기 때문에 고장을 일으키지는 않았는가?
- 동일한 제품이 인수검사부터 설치시점까지 어떻게 관리되는지 판단한다.
- 품질검증 과정에서 습득한 정보가 담당자에게 피드백 되어 재고품, 이미 설치된 물품, 그리고 추후에 검사 및 공급업체 검증을 위해 사용될 제품을 평가하는데 활용될 수 있는지 판단한다. 해당 정보에는 검사 및 공급업체 검증과정 중에 긍정적이고 부정적 지적사항이 포함된다.

품질검증 패키지 검토수행 중에 발생할 수 있는 주요 쟁점사항에 관해서는 Appendix A의 내용을 지침으로 삼되, 다음에 소개할 4가지 품질 검증방법을 각각 세부지침으로 활용할 수 있으며 검증제품의 성능에 영향을 줄 수 있는 활동에 중점을 두어야 한다. 품질검증을 위한 인수절차는 NRC 유자격 QA프로그램 요건을 만족해야하지만 해당 프로그램 자체가 QA요건을 만족여부는 검토가 필요 없다.

안전성 관련 계통의 품질검증 이전 단계인 일반 규격품 품질검증활동에서는 NRC 유자격 QA 프로그램 요건이 적용되지 않는다. Appendix B에서는 품질보증이 안전관련 설비 및

기기에 해당된다. 검사 절차에서 QA의 적용지침이 Appendix A의 첫 번째 문단에 수록되어 있지만 검사자는 다양한 판단사항을 검토하여 특정한 활동에 필요한 관리의 적절성을 가지는 것이 필요하다.

(2) 인수방법 검토

다음은 CGIs를 인수하기 위한 4가지 방법이다. 이러한 방법들을 독립적으로 또는 혼합하여 사용함으로써 CGI가 제품요건을 만족한다는 사실을 입증할 수 있다. 각각의 방법을 활용한 후에는 그 결과를 문서로 작성한다.

방법1: 특수 시험/검사(Special Test and Inspection)

일반적인 정보는 ANSI N45.2.13 - 1976, Section 10 “제품 또는 용역(서비스)의 승인”에서 관련정보를 확인할 수 있다. 다음은 방법1을 활용하여, 품질검증 패키지를 검토하는 절차이다.

- 인수검사/CGI의 공정 중’ 품질검증 시험에 입회하여, 확인된 주요 특성을 검증한다.
- 인수 기록, 관련 시험, 검사기록을 검토한다.
- 설치 후 시험의 기록을 검토한다.
- 승인을 위한 시험/검사가 확인된 주요 특성을 적절히 검증 하는지 확인한다.
- 표본추출계획이 절차에 따라 관리되고 있으며, 로트(lot) 추적, 동질성, 해당제품의 복잡성, 공급자 관리의 적절성을 고려하여 적합한 기술기준을 유지하고 있음을 확인한다.
- CGI 인수검사 활동이 품질관련 프로그램에 따라 적절하게 관리되고 있는지 확인한다. 이때 인수검사 활동이 다른 원전의 인수검사활동과 공동으로 수행되는지 여부는 고려하지 않는다.
- 확인 및 감시를 통해 인수검사 활동의 추적문서를 작성함으로써, CGI에 대한 추적성을 유지하는지 확인한다.

유자격 공급업체가 측정 및 시험 장비를 적절하게 교정하는지와 해당 시험을 수행하는 담당자가 적격한지를 확인한다.

방법2: 일반규격품 검사

다음은 방법2를 활용하여, 품질검증 패키지를 검토하는 절차이다.

- 다음 사항을 확인한다. 1) 문서로 작성된 일반규격 품질검증프로그램이 효과적으로 이행되었는가? 2) 유통업체 뿐만 아니라 제조업체도 적합하게 관리하는 장소에서 조사가 수행되는가?

- 인터뷰를 통해 공급업체 검사담당자가 다음 사항을 인지하고 있는지 확인한다.
 - 성능검사의 활용
 - 제3자 수행 검사
 - 제3자가 수행한 검사를 검토하여 문제점에 대한 지적사항을 처리하고 평가한다. 이는 해당 지적사항이 이미 설치되었거나 창고에 저장되었거나 추후에 설치될 CGI에 영향을 끼치는지 확인하기 위함이다.
- 구매서류에 공급자의 일반규격품 품질관리절차를 반영하였는지 확인한다.
- 검사팀에 의해 확인되어야 할 주요 특성이 정확하고 완벽하게 검사계획에 반영되었는지 확인한다.
- 검사 도중에 제품의 품질검증에 따라 결정되는 공급자 서류의 유효성을 검증하였는지 판단한다.
- 일반규격품 공급자에 대한 검사가 프로그램 기준이 아닌 성과 기준인지 판단한다.
- 특히 검사대상이 되는 CGI의 주요특성이 공급자의 품질검증 활동에 의해 관리되는지 확인한다.
- 해당 제품의 가동과정 및 검증해야 할 주요 특성, 용접, 열처리 등 주요 특성에 따른 특수공정을 잘 아는 기술담당자와 품질 담당자가 검사팀에 포함되어 있는지 확인한다.
- 구매 검사가 적절한 횟수로 수행되었는지 확인한다. 품질검증 절차를 지원하기 위해 검사내용이 정기적으로 업데이트되고 있는가?
- 하도급업체 관리절차를 통해 공급자가 하도급업체의 시험결과와 품질보증 승인서를 승인기준으로 활용하도록 검사지침이 제시되어 있는가?
- 공급자 또는 제품에 관한 정보가 조사 계획서, 지시서, 결과보고서 및 공급자 확인에 적용되는지 확인한다. 해당 정보는 공급자 검증, 인수검사, 품질검증 절차, 공급자/제품 성능이력, NRC 공지사항 및 게시판 등의 외부정보로부터 이용할 수 있는 정보이다.

방법3: 공급자 확인(Source Verification)

다음은 방법3을 활용하여, 품질검증 패키지를 검토하는 절차이다.

- 공급업체 확인은 입회절차와 제품 주요 특성을 적합하게 검증하고 있는지 판단한다.
- 검사담당자가 공급업체 검증절차 검사에 적합한지 판단한다.
- 구매 지시서에서 필수 검사점을 적절하게 지정하고 있는지 판단한다. 이 때 안전성기능에 관한 설계, 자재, 성능특성을 검증하는 필수 검사점이 포함되어야 한다. 해당 검증은 제품이 완전히 제조된 후에는 수행할 수가 없다.
- 공급자 확인서가 적합하게 문서화되었는지 판단한다.

방법4: 공급자/제품 - 성능기록

다음은 방법4를 활용하여, 품질검증 패키지를 검토하는 절차이다.

- 다음 사항을 판단한다. (1) 해당제품의 주요 특성 및 안전성 기능에 대한 산업계 전체 데이터가 이력기록에 반영되어 있는가? (2) 제작업체는 설계, 자재, 성능변경에 대한 관리조치를 적절하게 이행하였는가?
- CGI의 성능 품질 정보 중에서 외부 정보(사고 보고서, NRC, 업체 기기, 기술정보 프로그램)으로부터 습득한 정보와 기존의 일반규격품 검사, 공급업체 검증, 인수검사/품질 검증 또는 품질보증 이력이나 운영이력을 통해 습득한 정보가 품질검증 절차에 반영되어 있는가?
- 원전사업자가 성능추이 분석 프로그램에 품질검증 제품 또는 제조업체가 포함여부를 판단한다.

b. 추가 평가

1. 검사 지침이 존재하지 않는다.
2. 검사자는 품질검증된 제품 목록을 원전사업자로부터 받아서 유사 적용 및 주요 특성을 지닌 품질검증 패키지로 3개 이상 선별한 후 원전사업자가 구매와 품질검증에서 한 개의 패키지를 구매와 품질검증 기록으로 만들도록 요구해야 한다. 한편 본 문서의 Appendix C에서는 품질검증 패키지의 대표적인 구성을 소개하였다. 검사자는 이 내용에 따라 품질검증 패키지를 검토해야만 한다.
3. 검사 지침이 존재하지 않는다.

03.02 프로그램 검사

- a. 프로그램 및 절차 검토. 본 단계에서는 검사자가 원전사업자의 QAI 구매 및 CGI 품질 검증 절차에 익숙해지도록 돕고자 한다. 사업자의 CGI 품질검증 절차에서 문제점을 발견하였다면 검사자는 해당 프로그램의 내용 및 그 절차를 강도 높은 검토를 수행하여 문제의 원인이 부적절한 프로그램 또는 절차 때문인지 확인할 수 있다.

검사자는 다음 절차를 검토하여야만 한다.

- 1) 구매활동
- 2) 자재관리
- 3) 인수검사 및 승인시험을 포함한 CGI의 품질검증
- 4) 일반규격품 공급자 검사
- 5) 기기의 분류
- 6) 담당자를 대상으로 훈련 실시

7) 공급자 성능분석

8) 기기 고장 분석

검사자는 프로그램 이행평가 중에 중점을 두어야 할 취약부분을 확인하는 데 주력해야 한다.

현장에 도착 후 검사자는 원전사업자에게 일반규격품 품질검증 절차의 설명을 요구한다. 특히 엔지니어링, 인수검사, 장비 시험, (제품/자재)창고는 반드시 방문한다. 또한 품질검증 패키지를 수행하는 검증담당자, 계통담당자, 구매 담당자, 인수검사자, QA 담당자 및 검사자, 창고담당자 등, 품질검증 절차에 참여하는 주요담당자와 원활히 소통할 수 있어야 한다. 검사자는 이들과 상의하여 다음의 품질검증 절차를 더욱 잘 이해하도록 한다.

- 원전사업자의 QA프로그램으로 QAI와 CGI 구매서류가 어떤 절차로 관리되고 있는가? 또한 품질관리는 어떠한 방식으로 제품을 인수, 검토, 승인하고 있는가?
- 구매서류의 준비, 검토, 승인과정에 기술담당자가 어떠한 방식으로 참여하는가?
- 현장실시 프로그램 및 절차서는 전체 원전사업자, 엔지니어링 담당부서, 지원담당부서와 조화를 이루는가?

b. 검증패키지의 선별

선별 절차는 성능에 우선 시 한다. 검사자는 원전사업자에게 다양한 품질검증 패키지를 요청한 후, 다음에서 설명하는 2단계의 접근법을 활용하여 검사를 수행한다. 이 때 원전사업자에게 충분한 시간을 보장하여 현장검사 첫날부터 즉시 활용할 수 있는 검증패키지를 준비하게 한다.

1단계: 발전소 현장에서 원전사업자가 제공한 기록을 검토하여 최근(약 2년간) 고장을 일으킨 기기, 기기 또는 부품을 확인한다. 그리고 검토를 수행하여 고장을 일으킨 제품 중에서 품질이 검증된 QAI 또는 CGI를 확인한다. 가능하다면 고장을 일으킨 QAI 또는 CGI 중에서 75% 가량을 표본으로 선별하여 검토하도록 한다.

2단계: 사업자가 제공한 품질검증 패키지 목록에서의 나머지 제품들 중 검토할 표본을 선별하되 본 문서의 “검사지침”을 참고한다. 표본 규격은 품질검증 패키지의 복잡성과 시간에 따라 달라진다.

- 다음은 검사자가 검토대상을 선별할 때 고려해야 할 기준사항 이다. 검사자는 악조건에서 안전가동/안전정지를 할 수 있는 설비능력을 기반으로 가장 큰 영향을 끼치는 고장을 일으킨 제품을 선별한다. 시간이 충분하다면 원전별로 안전 통합분석 및 안전성 평가 보고를 검토하여 안전장치 위험관련 정보를 습득한다. 이 때 검사자는 선별절차에서 성

능중심 접근법을 활용해야 한다. 즉, 표본 패키지에 과거에 문제를 일으켰던 제품 들을 포함시킨다.

- 또한 검사자에게 정보를 제공할 수 있는 정보원을 검토함으로써 안전성관련 적용에 사용된 QAI 또는 CGI의 고장을 확인한다. 이러한 정보에는 다음 항목이 포함된다.
 - 수시로 정비 또는 교체를 요하는 고장 목록 및 제품 목록.
 - NRC 정보 게시에서 보고되는 허위 혹은 모조품
 - 기기에 대한 사업자 경향과 공급자의 이행
 - 기기의 고장 또는 오작동 이력.
- 검사자는 단일 패키지와 통합패키지 모두를 표본으로 삼는다. 이 때 다양한 검증방법(방법1 ~ 방법4)을 활용한다.
- 또한 앞서 언급한 고려사항(안전중점사항, 복잡성, 고장 등)이외의 사항을 확인하기 위해, 전기, 계측관리, 기계장치, 자재분야에서도 표본을 추출한다.

c. 품질검증 패키지의 평가. 앞서 언급한 절차에 따라 품질검증 패키지에 대한 구체적인 검토를 수행한다.

d. 훈련효과의 평가. 구매평가 및 시험검사를 수행한 경험을 기반으로, CGI 검증활동에 참여할 담당자를 대상으로 실시하는 훈련이 효과적인 CGI 검증 프로그램을 구성하는 데 매우 중요한 요소임을 확인할 수 있었다. CGI 검증절차는 원전사업자 구매 프로그램 요건보다 더욱 뛰어나고 많은 훈련을 받은 인재를 필요로 하기 때문이다. CGI 검증절차에 참여하는 담당자는 현재 산업계의 동향과 NRC지침에 익숙한 사람이여야만 한다. 또한 원전사업자의 설계, 엔지니어링 조직과 돈독한 유대관계를 맺는 것이 필요하다. 그러나 CGI 검증절차에 참여하는 담당자를 훈련하는 프로그램이 기존에 원전사업자 QA 프로그램에서 제시하는 요건 이상을 요구할 필요는 없다.

훈련기록을 검토하여 담당자에게 주어진 직무기능에 적합한 내용을 찾되, 다음의 내용을 반드시 검토한다.

- 제품의 안전성분류 판단. 제품의 재분류 또는 안전장치의 일부부품에 대한 안전성 분류가 포함된 직무 담당자에게는 이 분야의 훈련이 적합하다.
- 안전성 기능과 관련된 설계/자재/성능특성 규격서, 해당특성에 대한 허용기준 확정
- 일반규격품 검사, 공급업체 검증, 시험 및 검사, 강화된 형태의 인수 후 검증 시험 및 검사
- 또한 각각의 담당자를 대상으로 감독, 인터뷰, 업무기록 검토를 수행
- 평가대상이 담당업무 수행에 필요한 지식을 보유하고 있는지 판단한다. 이를 위해 훈련 과정에 참관하거나 훈련수행계획을 검토할 필요도 있다.

- 검사를 통해 발견된 불일치사항이 부적절한 훈련으로 인한 것은 아닌지 판단한다.
- 품질검증 담당자가 품질검증 프로그램 요건을 잘 이해하는지 적절한 훈련을 받았는지 확인한다.

88114-04 검사 자원

IROFS 또는 그 부품이 고장을 일으켜 해당 안전성 기능을 수행하지 못했을 때, QAI 구매프로그램 또는 CGI 검증프로그램의 취약점이 그 원인이라면 본 문서의 검증절차 이행을 고려해볼 필요가 있다.

본 검사절차는 독립적으로 수행해도 되고 팀 단위로 수행하는 다른 주요 검사를 보충하는 검사로 활용할 수도 있다.

본 검사절차는 1명의 검사자가 현장에서 직접 16~24시간의 검사업무에 투입하는 것이 적절하다.

88114-05 참조 목록

다음 자료는 검사자에게 정보를 제공할 수 있는 자료로 추천하는 것이며, 원전사업자가 해당 자료를 안전성 관련 계통에 활용하겠다고 정식으로 약정하지 않은 이상 규제요건으로 간주할 필요는 없다. 검사자는 다음 자료를 통해 일반규격품 검증절차에 더욱 익숙해질 수 있다.

- 1) American National Standards Institute, ANSI N45.2-1977, "Quality Assurance Program Requirements for Nuclear Power Plants," as endorsed by NRC Regulatory Guide 1.28, Revision 2.
- 2) American National Standards Institute, ANSI N45.2.13-1976, "Quality Assurance Requirements for Control of Procurement of Items and Services for Nuclear Power Plants," as endorsed by NRC Regulatory Guide 1.123, Revision 1.
- 3) Duke, Cogema, Stone and Webster, "Mixed-Oxide Fuel Fabrication Facility, MOX Project Quality Assurance Plan (MPQAP)", Docket Number 070-03098, under US Department of Energy Contract DE-AC02-99-CH10888, latest revision accepted by NRC.
- 4) Duke, Cogema, Stone and Webster, "Mixed-Oxide Fuel Fabrication Facility Construction Authorization Request", latest revision accepted by NRC.
- 5) Electric Power Research Institute (EPRI) NP-5652, "Guidelines for the Utilization of Commercial-grade Items in Nuclear Safety-Related Applications (NCIG-07)," as conditionally

endorsed in NRC Generic Letter 89-02.

6) U.S. Nuclear Regulatory Commission, Generic Letter 89-02, "Actions to Improve the Detection of Counterfeit and Fraudulently Marketed Products" (microfiche 48960-001).

7) U.S. Nuclear Regulatory Commission, Generic Letter 91-05, "Licensee Commercial Grade Procurement and Dedication Programs" (microfiche 57468-264).

- 끝 -

Appendices:

- A 품질검증 관련 이슈(Dedication Issue)
- B 용어정의(Definitions)
- C 품질검증 패키지 구성목록(Contents of Dedication Packages)

APPENDIX A

품질검증 관련 이슈(Dedication Issue)

주요 특성 식별 및 검증 기준

1. 안전성 기능 고려사항

CGI의 주요 특성은 제품의 안전성에 기반을 두어야만 한다. 그러므로 원전사업자는 다음 사항에 책임을 진다.

- (a) 해당 안전성기능을 완수하는 능력에 직접적으로 영향을 끼치는 주요 설계, 자재, 성능특성을 식별한다.
- (b) 여러 특성들 중에서 검증을 수행할 주요 특성(또는 합격 가능한 특성)을 선별한다. 품질검증을 통해 해당 안전성기능의 수행에 대한 합리적인 보증을 제공할 것이다. 주요 특성을 선별할 때는, 안전성에 대한 해당 품목의 기여도를 바탕으로 차등적 접근법[Graded Approach]을 사용한다. 만약 구매할 품목에 적절한 기술요건을 제시하는 기존의 장치규격서(Equipment Specification)가 존재한다면 주요 특성 선별에 이를 활용한다.

2. 차등적 품질보증[Graded Quality Assurance]

CGI 품질검증 프로그램에 차등적 품질보증법을 응용한다면 안전성에 대한 해당 품목의 기여도와 구매할 품목에 따른 세부사항을 고려해야만 한다. 특정 제품이나 용역의 경우 개발단계 전체에 걸쳐 광범위한 관리를 필요로 하는 반면, 일부 제품이나 용역은 일부 개발 단계에서 한정된 범위의 QA 수행만을 요구한다. 다음 항목은 QA 적용의 범위를 결정할 때 고려해야 할 요소들이다.

- a) 해당제품의 오작동 또는 고장이 원전 안전성에 끼치는 영향
- b) 해당제품의 복잡도 또는 독특성(Uniqueness)
- c) 해당과정 및 제품에 특수 관리 및 감독을 적용할 필요성
- d) 검사 및 시험에 의해 입증 가능한 기능 적합성(Functional Compliance)의 정도
- e) 해당제품의 품질이력 및 표준화 정도

차등 품질 QA에 관한 추가사항은 ANSI N45.2.13-1976의 Appendix에서 제시하는 임의지침(Non-Mandatory)에서 확인할 수 있다.

3. 고장모드 고려사항

특정 제품의 안전기능 고장모드의 결과와 운전환경 고장모드의 평가는 안전성 분류 및 주요 특성 식별의 기준으로 사용될 수 있다.

4. 합리적인 보증

과거 공급업체의 책임이었던 해당제품의 품질 및 기능 보증에 대한 책임의 대부분이 구매자에게 있음에 따라, 품질검증 절차는 원전사업자가 보유한 NRC 유자격 QA프로그램을 만족하는 방법을 제시한다. 이러한 관점에서, 제품의 품질에 영향을 끼치는 활동을 안전성 중요도에 따라 관리 또는 확인하거나 공급자가 품질 및 기능 보장을 적절하게 관리하고 있다는 사실을 입증함으로써 합리적 보증을 획득한다. 보다 복잡한 품목이라면, 최초의 기기제작자와 상의함으로써 특정 부분품(Piece Part)의 설계기준 및 기능기준을 확인이 필요할 수도 있다. 일단 품질검증 절차를 완수하고 나면, 안전성에 직접적 영향을 끼치는 특성에 QA 또는 기타의 조치를 적용하여, 해당품목이 NRC 유자격 QA프로그램에 따라 제작 또는 구매한 제품과 동일한 성능을 발휘하게끔 한다.

5. 공학적 판단

해당제품의 주요 특성으로 확인된 중요한 설계, 자재, 성능 특성을 선별하는 데 공학적 판단이 사용될 수 있다. 이 때, 해당 과정에 적용된 공학적 판단의 기준을 문서화한다.

추적성 (Traceability)

유통업체로부터 구매한 자재/제품

추적이란 기록된 확인내역을 활용하여 제품의 이력, 장소, 사용을 검증하는 능력이라고 정의할 수 있다. 만약 품목의 합격가능성이 전적으로 혹은 일부나마 제작업체가 제공한 인증서를 기준으로 판단된다면 제작업체까지 추적의 범위에 포함한다. 구매업체는 제품조사(Survey)또는 그 밖의 수단을 활용하여 제조업체가 적절한 추적관리를 수립하고, 관리가 효과적으로 이행되고 있음을 입증해야 한다. 품목의 공급구조에 유통업체(중개인 역할을 담당하는)가 존재한다면, 추적성과 적절한 보관조건 유지를 보증하도록 해당 유통업체의 활동을 조사하여야 한다. 그러나 유통업체가 오직 중개인으로서의 역할만을 수행하고 창고를 보유하고 있지 않거나 리패키지(재포장) 품목만을 취급한다면, 또는 제조업체의 마킹 또는 선적기록 확인 등의 수단을 활용하여 추적을 보증한다면 해당유통업체를 조사할 필요가 없을 것이다.

표본추출(Sampling)

1. 열 추적(Heat Traceability) (자재)

금속자재의 열 추적을 완료하고 나면, 해당자재의 허용을 위해 열처리 관리번호(Heat

Number)를 작성하고 화학분석 및 파괴시험(Destructive Test)이 요구된다. 운할유 등의 비(非)금속자재 허용에도 이와 비슷한 과정을 응용할 수 있다. 단, 추적성이 수립되고 각 컨테이너가 고유한 혼합번호(Mix Number) 또는 배치번호를 가진 경우에만 가능하다.

2. 로트/배치 관리 (제품)

일반규격 조사를 활용하여 로트/배치 (단일한 종류, 품질, 규격 및 구성을 지닌 제품으로서, 근본적으로 동일한 시기에 동일한 상태에서 제작된 제품의 단위) 관리절차를 확정하였다면, 해당제품의 품질검증을 수행하는 조직은 동종 제품 로트(Homogeneous Product Lot)를 기준으로 수행된 표준통계(Standard Statistical Method)에서 제시한 표본추출방식을 활용할 수 있다. 그 외의 수단으로 안전성능 이력 및 인수 검사/시험을 활용할 수도 있다. 이러한 방식이 표본추출전략 개발 기준으로 활용된다면, 문서화된 객관적인 증거로 제공될 수 있을 것이다.

3. 로트/배치 관리절차를 확정할 수 없는 자재 및 제품

로트/배치 관리절차를 확정할 수 없다면, 개별 제품에 맞는 맞춤형 표본추출전략을 수립하여 해당 품목의 적합성을 충분히 보증한다. 이 경우 각각의 제품을 개별적으로 시험해야 할 것이다.

일반규격품 조사(Commercial-grade Survey)

1. 공급업체의 CGI 주요특성 관리절차 확인

일반규격품 조사는 구매된 CGI의 범위에 따라 달라진다. 이 때 조사계획에는 조사를 통해 검증되어야 할 특정 주요 특성의 공급업체 관리를 확인할 수 있어야 한다. 주요 특성을 관리하는 공급업체의 프로그램/절차서를 검토하고, 구매한 제품과 동일하거나 유사한 제품의 제작과정에서 주요 특성의 관리가 실제로 이뤄지는지 감독함으로써 확인과정을 완수한다.

2. 관리 프로그램/수행방식 확인

공급업체는 반드시, 구매한 제품의 특성 중 조사를 통해 검증해야 할 주요 특성의 관리 프로그램/절차서를 문서로 작성하여 보유한다. 다양한 제품을 구매하였다면 유사제품의 대표를 대상으로 조사를 실시하여 관리 프로그램을 확인한다. 구매자의 관리 프로그램을 '만족(Satisfactory)'으로 판단하였다면, 관리 프로그램/절차서 및 필요에 따른 개정사항을 제품의 구매지시에 계약요건으로 제시한다. 구매할 제품의 주요특성에 영향을 끼치는 구매자의 활동에 다양한 실무절차를 응용할 수 있는 경우에는, 고수준 문서(High-Level Document)를 통해 해당절차를 관리하고 해당문서에서 구매지시를 참조할 것을 권장한다. 검토에서 허용된

관리절차가 제조절차에 적합하다는 사실을 조사를 통해 입증한다. 그 다음 공급업체는 (해당 관리절차를 통해서) 품목이 구매지시요건에 적합하다는 사실을 입증한다.

3. 조사결과 문서작성

일반규격품 조사 결과 문서화는 다음 내용을 포함한다.

- (1) 공급업체가 조사를 수행한 제품
- (2) 해당제품이 보유한 특성 중에서 공급업체가 관리할 주요 특성
- (3) 해당관리방식을 적용할 대상(프로그램/절차서 및 개정사항)
- (4) 검증활동을 수행한 내역 및 그 결과

만약 주요 특성이 적절하게 관리되지 못하였다면, 계약을 통해 공급업체에게 추가관리절차의 수행을 요구하거나 기존의 것과 다른 검증/허용절차를 이행해야 한다.

4. 조사 주기

제품의 주요 특성에 관리절차가 계속해서 효과적으로 적용되어왔다는 사실을 확인하기 위해, 일반규격품 조사를 자주 실시한다. 조사 주기를 결정할 때에는 제품의 복잡도, 구매횟수, 인수검사, 제품의 성능이력, 관리절차의 변경을 고려한다.

CMTR(Certified Material Test Report) 및 CoCs(Certificates of Compliance)의 허용

공급업체/공급자를 대상으로 실시한 감사 또는 시험을 통한 유효성 검증

공급업체의 CMTR 또는 품질보증확인서(CoCs)를 기준으로 하여 주요특성을 검증할 때는 해당 문서의 유효성을 입증해야만 한다.

유효성을 검증하는 방법은 다양하다. 일반규격품 조사를 수행할 수도 있고, 복잡도가 크지 않은 제품에 대해서는 인수 시에 정기 검사/시험을 수행할 수도 있다. 유효성 검증절차는 공급업체의 과거 성능에 따라 적합한 주기(Interval)를 두고 수행한다. 공급업체의 공급구조에 유통업체가 포함되어 있다면 유통업체를 상대로 조사를 수행할 필요도 있다. ('추적성' 참조)

산업지침 활용

EPRI NP-5652 "일반규격물품의 원자력 안전성 관련적용 지침(NCIG-07)"에서는 주요 특성을 다음과 같이 정의한다.

"CGI가 보유한 특성 중 확인 및 측정이 가능한 성질/변수로서, 품질검증 대상으로 선정되어 인수한 세부품목이 구매한 품목과 동일하다는 합리적인 보증을 제공한다."NRC가 이 문서를 GL 89-02를 통해 조건부로 승인한 것은, EPRI가 정의한 주요특성의 의미에서 언급된 "세부품

목(Item specified)”이 품목의 안전성기능 수행에 필수적인 특성을 포함한다는 사실을 전제로 한 것이다. 이러한 해석은 EPRI NP-6406 “원전 교체품목 기술평가지침(Guidelines for the Technical Evaluation of Replacement Items in Nuclear Power Plants)”의 “주요 허용특성(Critical Characteristics for Acceptance)”의 정의와도 일치한다. EPRI NP-6406에서는 주요 허용특성이 “주요 설계특성(Critical Characteristics for Design)”의 일부를 구성한다는 점에 주목한다. EPRI NP-6406에서 설계 주요특성은 제품의 설계기능 성능을 보증하는 특성을 포함한다.

그러나 출판된 NRC지침에서는 주요 설계특성과 주요 허용특성을 별도로 구분하지 않는다. 또한 GL89-02와 91-05에서 제공하는 CGI 품질검증 지침에서는 품질검증 과정을 통해 제품에 적용되는 모든 설계요건을 확인하도록 요구하지 않는다. 그 대신, 원전사업자는 제품의 해당 안전성기능 완수에 직접적인 영향을 끼치는 설계, 자재, 성능특성을 확인하고 품목의 주요 특성(허용특성)을 선별한 후 검증을 통해 해당 안전성기능을 수행하리라는 합리적인 보증을 제공하도록 요구받는다. 이 때, NRC가 정의한 주요 특성을 EPRI에서 적용하는 “합격을 위한 주요 특성”과 동일한 의미로 간주함으로써 주요 특성에 대한 정의의 통일성(Consistency)을 확보할 수 있다.

- 끝 -

APPENDIX B

용 어 정 의

다음은 검사자가 CGI 구매 및 품질검증 과정에서 주로 사용하는 용어들이다. 검사자의 검사수행을 돕기 위해 CGI 품질검증 절차를 기반으로 하여 용어의 의미를 정의하였다.

기본 기기 (Basic Components) - 다음 중 한 가지 요소를 보증하는 데 필수적인 역할을 수행하는 구조물, 계통, 기기, 또는 부품

- 원자로 냉각재 압력경계의 건전성
- 원자로를 정지하고 안전정지 상태를 유지할 능력
- 10CFR 100.11에서 제시하는 내용과 유사한 형태의 소외피폭을 유발하는 사고결말을 예방하거나 완화하는 능력

U.S. NRC의 승인된 QA프로그램에 따라 설계 및 제작된 제품 또는 품질검증 절차를 성공적으로 완료한 CGI가 이에 해당한다.

품질보증확인서 (C of Cs) - 자재가 특정요건을 만족한다는 사실을 입증하는 서류

인증자재시험성적서 (CMTR) - 요구되는 화학분석, 시험, 검사의 결과를 포함하여 자재가 특정요건을 만족한다는 사실을 입증하는 서류.

일반규격품 (CGI) - 안전성 기능에 영향을 끼치는 구조물, 계통 또는 기기나 부품으로서 기본기기로 설계되지 않은 제품을 의미한다. 하나 이상의 허용방법으로 검증되지 않은 하나 이상의 주요 특성이 존재하면 CGI에 해당하지 않는다. (10 CFR 21.3. 참조)

일반규격품 조사(Commercial-grade Survey) - CGI 공급자가 품질검증활동을 통해서 특수 CGI의 주요 허용특성을 관리한다는 사실을 검증하기 위해, 구매업체 또는 그 대리인이 수행하는 활동.

주요 특성 (Critical Characteristics) - 주요 설계, 자재, 성능특성으로서 해당 안전기능을 수행하리라는 합리적 보증을 검증을 통해 입증하는 특성.

품질검증 (Dedication) - 기본기기로 사용되는 CGI가 해당안전기능을 수행하리라는 합리적 보증을 얻기 위해 이행하는 허용절차.

주요 특성의 식별과 하나 이상의 품질검증 방법을 활용한 검증이 포함된다.

검증주체 (Dedication Entity) - 품질검증활동을 수행하는 조직.

제조업체, 제3의 품질검증주체, 원전사업자가 이에 해당한다. (10 CFR 21.3. 참조)

엔지니어 판단사항 (Engineer Judgement) - 특정 전제로부터 결론을 이끌어내는 논리적 추론 과정. 적격자가 검증을 수행할 수 있도록 충분한 관련서류가 뒷받침되어야만 한다.

공장 확인 (Source Verification) - 구매업체 또는 그 대리자가 특정물품의 공급자의 검사를 위해 시설에 입회하는 활동. 공급자가 해당 CGI를 관리함으로써 주요특성을 합격하는지 검증하는 활동이다. 단, 안전성과 관련하여 추가 품질검증은 수행하지 않는다.

추적성(Traceability) - 기록된 확인사항을 통해 제품의 이력, 장소, 또는 적용을 검증할 수 있는 능력.

APPENDIX C

품질검증 패키지 구성목록

품질검증 패키지는 품질검증 방법 적용 과 제품선별에 따라 적절하게 다음 목록을 포함하여야 한다.

- 구매 필수요건(Purchase Requisition)와 구매지시서(Purchase orders)
- 공급업체/원전사업자의 연락처
- 설계규격서(원본 및 갱신 자료) - 최초 설계에서 계통에 가해지는 압력, 솔레노이드(Solenoid)의 기준미달 픽업전압(Pickup Voltage) 또는 계전기(Relay) 등 주요 파라미터를 검증하는데 사용된다.
- 카탈로그 규격서(Catalog Specification)
- 구매기준 평가 - 동일품 (Like for Like), 등가성 (Equivalency), 원전 설계변경 패키지 (Plant-Design Change Package), 도면 (Drawings), 규격서 갱신 (Specification Updates)
- 10CFR 70.72 "안전성 평가[Safety Evaluation]" (필요시)
- 자재 인수보고, 제품패키지 목록/송장, 기타 선적서류
- 인수검사 보고 및 관련시험 보고
- 검증시점부터 설치, 시험, 허용시점까지 제품 추적에 사용되는 기타 서류
- 품질보증확인서 (C of Cs)
- 공급업체 시험/검사 보고서
- 제3자 또는 하도급업체 시험/검사 보고서
- 품질수명(Shelf Life)
- 공급업체 검증/부분검증(Partial Dedication)
- 설계/자재/성능특성 변경 이력
- 완료된 일반규격품 품질검증 서류. 다음 항목을 포함한다.
 - 안전성 분류
 - 안전성 기능/응용 요건 확인
 - 주요 특성 확인
 - 주요 특성 검증기법 및 허용기준 확인
 - 가상 고장모드 평가 (가능한 경우에 실시한다.)
 - 공급자의 QA프로그램이 원전사업자의 NRC 유자격 QA프로그램 기준을 충족하는지 여부 확인
- 안전성기능 관련 설계, 자재, 성능 특성의 편차(불일치 처리[Non Conformance Disposition])
- 객관적 증거를 기록한 서류
 - 특수 시험/검사 절차 및 결과
 - 일반규격품 조사보고서 : 제품, 설계, 자재, 특정 성능특성(안전성 관련)

- 공급업체 검사보고
- 완료된 설치 후 시험의 절차 및 결과
- 완성된 재고 구성목록(Stock Form), 자재 구성목록(Material issued Form) 또는 설치 업무지시서 또는 보고서
- 성능이력 정보

- 끝 -

ATTACHMENT 1

IP 88114 개정내역

약정 추적번호	발행일자	변동사항	추가훈련 필요여부	교육 완료일자	해결방안 추적번호
N/A	10/25/06 CN 06-031 06 NMSS	IP 88114는 MOX 검사프로그램의 효과 및 효율성 개선을 논의하는 과정에서 새롭게 이슈로 떠오른 검사절차이다. CGID 및 10 CFR Part21에 따른 검사를 비롯한 여러 검사요건을 취합한 검사절차이다.	해당 없음	N/A	N/A

NRC INSPECTION MANUAL

IROB

Part 9900 : Technical Guidance

품질 또는 안전성에 악영향을 미치는 성능저하 또는 불일치사항의 해결책 제시를 위한
운전가능성 판단 및 기능평가

<목 차>

1.0 목 적

2.0 수행범위 / 수용가능성

- 2.1 운전가능성(운전가능성) 판단에 필요한 구조, 계통 및 부품(이하 SSCs, Structures, Systems and components)의 수행범위
- 2.2 기능평가에 필요한 SSCs의 수행범위

3.0 용어 정의

- 3.1 현재 자격기준(이하 CLB, Current Licensing Basis)
- 3.2 성능저하
- 3.3 설계기준
- 3.4 완전히 검증된
- 3.5 기능성
- 3.6 불일치조건
- 3.7 운전가능성 발표
- 3.8 운전가능성
- 3.9 합리적 기대
- 3.10 해당기능/해당안전기능

4.0 운전가능성 판단공정

- 4.1 검토활동
- 4.2 잠정적 성능저하 또는 불일치조건 평가
- 4.3 운전가능성 추정
- 4.4 운전가능성 판단수행범위
- 4.5 운전가능성 판단 보장 조건
- 4.6 운전가능성 판단 시기
 - 4.6.1 즉각적 판단
 - 4.6.2 임의판단
- 4.7 문서작성
- 4.8 운전원 인지사항/책임

5.0 기능 평가

- 5.1 기능성
- 5.2 비기능성

6.0 운전가능성 판단에 따른 운전

- 6.1 운전불가
- 6.2 운전 가능하지만 성능저하 또는 불일치조건이 존재함
- 6.3 완전품질 회복을 위한 시정조치와는 별개의 운전가능성
- 6.4 이행재량

7.0 시정조치

- 7.1 CLB/ 10 CFR Part50
- 7.2 시정조치 실시시기
- 7.3 보상대책
- 7.4 최종 시정조치
 - 7.4.1 완전복원 도중 시설 또는 절차서 변경
 - 7.4.2 교정 후 조건일치를 위한 CLB 변경

*본 문서에서는 Process를 대부분 '절차'가 아닌 '공정'으로 그리고 Condition을 '조건'으로 번역했습니다.

1.0 목 적

본 매뉴얼은, 원전사업자의 운전가능성 판단 및 성능저하조건 또는 불일치조건에 대한 해결책을 NRC검사원이 쉽게 검토하도록 돕고자 한다. 이미 다수의 원전사업자가 본 매뉴얼이 원전별 운전가능성 판단에 유용함을 검증한 바 있다.

본 매뉴얼이 비록 기존의 관행(Practices)을 반영하고는 있지만 모든 원전에서 발생하는 모든 상황을 적용할 수는 없었다. 그러므로 검사원들은 NRC관리자들과 의논하여 개별 원전사업자의 상황에 맞추어 합리적이고 일관성 있는 방식으로 본 지침을 활용하도록 한다.

검사원이 검사를 수행하던 도중에 본 매뉴얼의 Section2.0 “수행범위 / 수용가능성”에서 언급하는 SSCs에 영향을 줄 수 있는 성능저하조건 또는 불일치조건을 합리적으로 암시하는 정보를 습득하였다면, 검사원은 원전사업자의 경영진 중 이에 대처할 적절한 권한을 가진 자에게 즉시 이 사실을 보고한다. 보고를 받은 원전사업자는 해당 SSCs의 운전가능성 또는 기능을 평가한다.

NRC규제 그리고 기술규격서(이하 “TSs”. Technical Specification)를 비롯한 원전별 운전기준은, SSCs의 요건을 확정함으로써 원전운전으로 인해 대중의 건강과 안전에 과도한 위험을 부과하는 사태가 발생하지 않도록 한다. 그러나 이는 단지 원전의 위험을 제한하는 것일 뿐 발생 가능한 사고나 원전의 운전조건에 모두 대처할 수는 없다. 원전사업자는 무엇보다도 원전의 안전 운전에 가장 큰 관심을 쏟을 필요가 있다. 대중의 건강과 안전을 위협할 가능성을 지닌 성능저하조건 또는 불일치조건을 확인하였다면 규정서류/자격서류에서의 언급여부와 상관없이 원전을 안전조건으로 복귀시켜야 한다.

한편 TSs는 주어진 발전소조건(운전 모드)에서 SSCs가 운전가능성을 유지 및 보수할 것을 요구한다. 이는 운전가능성을 판단하는 중에 또는 TS의 내용에 맞추어 적절한 조치를 취하기 위한 요건을 도입하는 중에도, 확인을 요하는 SSCs가 운전 가능한 상태라는 전제가 성립해야만 한다.

2.0 수행범위 / 수용가능성

SSCs에 영향을 줄 수 있는 성능저하 또는 불일치 조건을 확인하였다면, 원전사업자는 운전가능성 및 기능을 평가해야 한다.

2.1 운전가능성 판단에 필요한 SSCs의 수행범위

TSs에서 언급하는 SSCs의 운전가능성을 평가할 때 운전가능성 판단공정(Operability Determination Process)을 활용한다. 판단공정의 기준이 되는 SSCs의 수행범위는 다음을 준수한다.

- a. TSs에서 운영을 요구하는 SSCs. 해당 SSCs는 TSs에서 운영을 요구하는 또 다른 SSCs를 지원하는 필수기능을 수행한다. (예: 비상디젤발전기[Emergency Diesel Generator], 소내 용수[Service Water])
- b. SSCs중에서, TSs에서 직접적으로 운영을 요구하지는 않지만 TSs에서 운영을 요구하는 또 다른 SSCs를 지원하는 필수기능(TSs의 '운전가능성 정의'에서 서술하고 있다.)을 수행하는 SSCs.

2.2 기능 평가에 필요한 SSCs의 수행범위

TSs에 언급되지는 않았지만, 워런트 프로그램 관리(Warrant Programmatic Control)를 활용하여 SSCs의 가용성과 신뢰도를 입증하는 기능평가를 수행할 수 있다. 통상적으로는, 10 CFR Part50, Appendix B “품질 표준 및 기록” 및 유지보수 규칙(10 CFR 50.65)에 맞추어 확정된 프로그램에 SSCs의 정의와 이에 대한 관리공정이 포함된다. 또한 해당공정에 포함된 SSCs 워런트 기능평가(SSCs Warrant Functionality Assessment)를 통해 성능저하조건 또는 불일치조건을 판별한다. 이는 해당 SSCs가 개정된 최종안전성분석보고서이하 UFSAR, Updated Final Safety Analysis Report), 기술요건매뉴얼, 비상계획(Emergency Plan), 화재 방호계획(Fire Protection Plan), 규제약정(Regulatory Commitments) 또는 CLB에서 언급된 해당기능을 수행하기 때문이다.

3.0 용어 정의

- 3.1 CLB(Current Licensed Basis): CLB(현재 자격기준: Current Licensed Basis)는 개별원전에 적용하기 위해 NRC가 제시하는 일련의 요건에, NRC요건 및 원전별 설계기준에 맞추어 개별 원전의 효과적 운용을 보증하기 위해 해당원전사업자가 제시하는 서면약정을 더한 것이다. 또한 원전의 운영허가수명 동안 해당약정에 적용되는 수정사항 및 추가사항까지 이에 포함된다.

원전의 CLB에 응용할 수 있는 NRC요건은 다음을 포함한다.

- a. 10 CFR Part2, 19, 20, 21, 26, 30, 40, 50, 51, 54, 55, 70, 72, 73 그리고 100 / 그에 따른 Appendice
- b. 위원회의 명령 (Commission Orders)
- c. 면허 취득조건 (License Conditions)
- d. 면제조항 (Exemption)
- e. 기술규격서 (Technical Specification)

- f. 10 CFR 50.2에서 요구하는 원전별 설계기준정보, 가장 최근에 UFSAR에 게재된 정보 (10 CFR 50.71에서 요구하는 바에 맞추어)
- g. 목록에 기재된(Docketed) 원전사업자의 답변으로서 제시된 약정 중에서 효력을 보수하고 있는 약정(예: NRC 게시판/ 원전사업자 사고보고서/ 일반서신[GL]/ 이행조치 [Enforcement Actions])
- h. NRC 안전평가 과정에서 서류로 작성된 원전사업자의 약정

3.2 성능저하: 성능저하(Degraded Condition)이란 SSC의 품질/기능이 저하된 상태이다. (예) 고장, 오작동, 결함, 편차, 불일치재료, 기기
 다음은 계통의 능력(Capability)을 저하시킬 수 있는 조건이다.
 (예) 노화, 침식, 부식, 불일치한 운전 및 유지보수

3.3 설계기준: 10 CFR 50.21)에서 정의하는 바에 따르면, 설계기준정보란 10 CFR 50.71에서 요구하는 바에 맞추어 UFSAR에 게재된 정보를 의미한다. 안전성 관련 SSCs의 설계기준은 최초원전허가 취득 과정에서 확립되어, 사고 예방 또는 사고가 SSCs의 안전성 관련 기능에 미치는 영향을 최소화하는 것을 주된 목표로 삼는다. 안전성 관련 SSCs의 설계기준은 CLB의 하위 집합이다.

3.4 완전히 검증된2): SSCs의 특성이 CLB의 내용 전부와 일치할 때 '완전히 검증되었다.'(Fully Qualified)고 한다. CLB의 내용에는 규정, 표준, 설계기준, 안전성 분석 가정 (Safety Analysis Assumption) 및 규격서, 원전사업자 약정(Licensing Commitment)이 포함된다.

SSCs가 성능저하/불일치상태일 경우, 또는 규정, 규격, 설계기준, 안전성 분석 가정 및 규격서, 원전사업자 약정을 포함한 CLB 내용 전부를 만족하지 못하였을 때 '완전히 검증되지 않는다.'(Not Fully Qualified)고 한다.

TS에서 운전가능성을 요구하는 SSC는 CLB내용에 맞추어 설계/운전된다. CLB에는 SSC가 반드시 만족해야 할 설계여유도(Design Margin) 및 기술여유도(Engineering Margin)가 포함된다. 여유도를 확보함으로써 SSC의 기능 중 일부가 손상되어도 해당기능을 충족함으로써 즉각적으로 고장을 일으키지는 않도록 보증하려는 것이다.

CLB는 해당규정 및 규격, 설계기준, 그리고 최소요건을 지정하는 규정을 포함한다. 최근에는 많은 원전사업자들이 SSC의 기능 중 일부가 손상되어도 설계 및 운영요건 약정에 영향을 끼치지 않도록 보수주의(Conservatism)를 도입하였다. CLB를 적용하는 과정에서 보수주의를 유지하지 못해도 운전가능성이나 기능에 영향을 주지는 않는다.

3.5 기능성: 기능성(Functional/Functionality)이란 TS에 의해 관리되지 않는 SSC의 특성을 의

미한다. CLB에서 제시하는 내용대로, SSC가 해당기능을 수행할 능력을 가지고 있다면 그 SSC는 기능성을 갖춘 것이다. 기능성은 해당 안전기능에는 응용되지 않지만 TS에서 운전가능성을 요구하지 않은 SSC가 필수지원기능과 관련된 기타 해당기능을 수행하는데 응용될 수 있다.

3.6 불일치조건: 불일치조건(Non-Conforming Condition)이란 SSC가 CLB를 만족하지 못한 상황 또는 불일치한 설계/시험/시공 또는 수정 등의 요인으로 인해서 품질이 저하되는 상황을 의미한다.

다음은 불일치조건의 예시이다.

- a. SSC가 하나 이상의 규정 또는 표준을 만족하지 못했다. (예, CFR, 운영허가, TSs, UFSAR 그리고 원전사업자 약정)
- b. 준공된(As Built) 또는 수정된(As Modified) SSC가 CLB를 만족하지 못했다.
- c. 운전경험(Operation Experience) 또는 기술검토(Engineering Review)를 통해 설계불일치를 찾아냈다.
- d. 10 CFR 50.49 등 NRC가 채택한 요건에서 요구하는 대로 서류를 작성하였으나 이용불가(Unavailable) 또는 불일치(Deficient)한 조건이다.

3.7 운전가능성 발표: 운전가능성 발표(Operability Declaration)란 면허보유자이며 교대 근무조(Shift Crew)를 운영한 경험이 풍부한 운전원이 SSC가 해당 안전성기능을 수행하리라는 합리적 기대를 인정하는 것이다.

3.8 운전가능성: 표준기술규격서(Standard Technical Specifications) [NUREGs 1430-1434]는 운전가능성(Operable/Operability)을 다음과 같이 정의하였다.

"계통(System), 하위계통(Subsystem), 계열(Train), 기기(Component), 장치(Device)가 해당안전기능을 수행할 때는 운전 가능한 조건이거나 운전가능성이 존재하여야만 한다. 그리고 모든 필수계측(Instrumentation)/제어(Control)/정상전력 또는 비상전력/냉각수(Cooling Water)/밀봉수(Seal Water)/윤활유(Lubricant) 및 기타 보조기기(Auxiliary Equipment) 역시 그에 따른 지원기능을 수행할 수 있어야만 한다."

기존의 원전별(Plant-Specific) TSs에서는 이러한 정의에 여러 가지 변수를 추가하였다. 그러므로 본 매뉴얼을 운전가능성 판단에 그대로 적용하기보다는 적용 가능한 부분을 선별할 필요가 있다.

다만 NRC는 본 지침에 사용된 기존의 용어들이 원전별 TSs와 크게 차이를 보인다고 생각하지 않는다. 본 매뉴얼과 TSs에서 사용된 용어의 차이로 인해 발생하는 문제점은 해당 원전의 현장관리자와 상의하고, 현장관리자는 필요에 따라 해당 이슈를 NRC와 반드시 상의한다. 그러나 모든 경우에 있어, 원전별 TSs에서 제시하는 운전가능성의 정의를 우선적으

로 준용한다.

운전가능성을 지녔다고 판단하기 위해서는 SSC가 주어진 설계의 물리적 조건(Physical Condition)/개시시간(Initiation time)/운전요구시간(Mission Time)을 준수하여 설계에 의해 명시된 안전기능을 반드시 수행해야만 한다.

또한 TS는 SSC가 운전가능성을 지니기 위해서 모든 성능검사요건을 (이하 “SR”: Surveillance Requirement, SR 3.0.1 참고.) 만족할 것을 요구한다. 그러므로 SR을 만족하지 못하는 SSC는 반드시 운전불가로 간주되어만 한다.

운전가능성을 정의할 경우 운전요구시간(Mission Time)은 SSC가 설계기준에 맞추어 해당 안전기능을 수행하는데 필요한 시간이라고 가정한 SSC 운전기간에 해당한다.

- 3.9 합리적 기대: 품목의 성능저하 또는 불일치 조건이란 하나 이상의 SSC가 운전가능성에 문제를 일으키는 조건이다. 운전가능성의 구체적 정의는 원전사업자가 수집된 증거를 통해 형성한 ‘합리적 기대(Reasonable Expectation)’를 근거로 한다. SSC가 운전 가능한 조건에 도달해 있으며 운전가능성 판단을 통해서 이를 입증할 수 있다는 것이 합리적 기대의 내용이다. 설사 SSC의 고장가능성이 증가하더라도 SSC가 운전 가능하다는 합리적 기대가 무너지는 수준까지 도달하지만 않는다면 SSC는 운전 가능하다고 간주될 것이다.
- SSC 운전가능성에 대한 합리적 기대를 지원하는 증거는 SSC가 운전가능성을 유지보수하리라는 높은 기대치를 만족시킨다.

합리적 기대란 일종의 고도표준(High Standard)으로서, ‘운전가능성결정불가’ 같은 미확정 단계가 존재하지 않는 것이 특징이다. SSC는 운전 가능하거나 운전 불가능한 상태 둘 중 하나에만 해당한다.

- 3.10 해당기능/해당안전성기능: 계통(System), 하위계통(Subsystem), 계열(Train), 기기(Component) 또는 장치(Device)의 [3.10에서는 이 모두를 통칭하여 ‘계통(System)’으로 칭한다.] 해당 기능은 곧 원전시설별 CLB에서 언급하는 해당 안전기능에 해당한다. 해당 안전기능을 제공함에 있어 계통은 설계/시험/유지보수 절차에 맞추어 해당기능을 수행하는 것으로 간주된다.
- 계통 능력(System Capability)이 저하되어 합리적 기대 또는 신뢰도를 만족하지 못한다면 해당 계통은 운전불가로 간주된다. 이후에 즉각적으로 해당 안전기능을 수행할 수 있다고 해도 해당 계통이 운전불가임에는 변함이 없다.

4.0 운전가능성 판단공정

기존의 검토결과를 토대로 하여, TS에 따른 성능검사결과, 또는 기타 정보를 근거로 SSC의 해당안전성능을 확인할 필요가 있다고 결정하였다면 언제든지 운전가능성을 판단해도 좋다. 운전

가능성 판단공정은 SSC의 운전가능성을 평가하고 필수기능 및 관련 지원기능에서 성능저하 또는 불일치조건을 확인한 경우에 TS를 준수하여 기능을 수행하도록 지원한다.

판단공정을 통해 대중의 안전과 건강을 위협하는 조건을 확인하였다면 원전이 TS를 준수하여 안전한 조건에서 운전되도록 신속하게 조치를 취한다.

성능저하 또는 불일치의 의혹이 있는 SSC를 대상으로 운전가능성 판단공정을 수행하던 도중에, 원전사업자로 인해 대처조치가 지연되고 있다고 검사원이 판단하였다면 해당검사원은 정확한 지연원인을 밝혀내고 SSC의 운전가능성을 신뢰할만한 근거를 제시한다. 현장원전관리소는 NRC와 협력하여 해당 원전사업자로 하여금 대처조치의 지연원인을 해명하게 한다.

4.1 검토 활동

SSC의 성능을 검토하고 운전가능성을 입증하는 활동은 지속적으로 수행할 필요가 있다. 다음과 같은 다양한 활동을 통해 성능저하 또는 불일치의 의혹이 있는 SSC를 발견할 수 있다.

- a. 원전 추가시설 검사
- b. 원전 일일 운전현황 파악
- c. 원전 설계수정
- d. 엔지니어 설계검토 (설계기준 재구성 포함)
- e. 기록 검토
- f. 운전 중 시험 프로그램 / 검사 프로그램 구현
- g. 보수활동
- h. NRC가 주도하는 검사활동
- i. 제어실에서의 감독
- j. 운전사고 검토
- k. 운전 경험 보고
- l. 10 CFR Part21에 따른 통지
- m. 원전 실사 및 순회
- n. 원전 계통 실사(Plant System Walkdowns) 수행
- o. 감사/검토 등의 QA활동
- p. SSC 성능 검토(공통원인모드 고장 포함)
- q. 공급업체 검토/검사

4.2 잠정적 성능저하 또는 불일치조건 평가

원전사업자는 성능저하 또는 불일치 조건의 우려를 확인한 후 지체 없이 조치를 취하여 사실여부를 확인한다. 즉, 원전사업자는 문제 확인공정/시정조치 공정을 도입할 때까지 기다

리지 말고 지체 없이 집중평가(Extensive Evaluations)를 완수한다.

4.3 운전가능성 추정

TS는 해당계통이 운전 가능한 상태라는 사실을 전제로 이행된다. 이러한 전제를 반박할 정보가 존재하지 않는 이상, 한번 운전 가능한 조건으로 판명된 계통은 그 상태를 계속 유지하리라고 가정할 수 있다. 앞서 언급한 운전가능성 검증절차 역시 이러한 전제를 뒷받침한다. (예: 성능검사 또는 운전가능성 판단 공정)

만약 시험 또는 성능검사를 수행한 결과에 대한 기록을 분실하였더라도 원전 사업자가 이를 검증할 방법을 가지고 있다면 해당 활동은 성공적으로 완수된 셈이다. (예: 로그 엔트리 [Log Entries])

그러나 중간기간(Interim) 동안 계통이 해당 안전기능을 수행하리라는 합리적인 기대가 존재하지 않는다면, 단지 분석의 예측결과(Future Result)만으로 운전가능성을 신뢰할 수는 없다. 다시 말해 “운전가능성의 합리적 기대”와 “운전가능성 전제”는 구체적인 사실에 근거하는 셈이다.

한편, TS에 따른 성능검사를 정기적으로 수행하여 SSCs가 운전 가능한 상태임을 확인한다. 운전가능성을 입증하는데 부족함이 없었다면 성능검사가 만족스럽다고 볼 수 있다. 그러나 합리적 기대만으로 운전 가능성 확정에 필요하고 적합한 CLB에서 제시하는 기준을 만족할 수 없다면, 성능검사성과에 대한 요건 자체만으로는 운전가능성 입증에 충분하지 않다. 운전가능성을 입증하는데 필요하지 않은 CLB 기준불만족은 적절하게 인가받은 절차를 따라야 한다. TS 내용에 맞추어 성능검사를 성공적으로 완수하였으나 그 결과가 성능저하 추이(Degrading Trend)를 보여서 다음 성능검사시험(Surveillance Test)을 수행하기 전까지 허용 기준을 만족하지 못할 것이라고 예측된다면, 해당 성능검사는 운전가능성을 확정하지 못한 대신에, SSC가 운전 불가능한 상태가 되는 조건을 발견한 셈이므로 이에 맞추어 운전가능성 평가를 수립한다.

1달에 1번씩 성능검사시험을 수행하는 비상 디젤발전기(Emergency Diesel Generator)에 이러한 사례를 응용할 수 있다. 그러나 원전사업자가 발전기 베어링(Generator Bearing)에 기록된 바이브레이션 데이터(Vibration Data)를 대상으로 수행한 평가를 통해서, 비상 디젤발전기는 30일이라는 운전요구시간(Mission Time) 동안에도 운전가능성을 지속할 수 없다는 결과를 얻었다. 이 비상 디젤발전기는 몇 시간 정도의 요구시간으로 구성된 성능검사시험을 보다 여러 번 통과(Pass)할 수 있을 것이다. 만약 TS나 Industry Code(산업기술기준) 또는 Industry Standard(산업규격)에서 바이브레이션 데이터의 기록을 요구하지 않는다고 해도, 일단 성능저하 또는 불일치 조건이 발견되면, 그 즉시 해당기기의 운전가능성을 평가해야만 한다.

4.4 운전가능성 판단수행범위

운전가능성 판단은 반드시 SSC가 의도된 해당 안전기능을 수행할 능력을 갖추었음을 증명하기에 충분한 범위로 수행되어야만 한다. 운전가능성을 판단할 때는 SSC 기능요건을 고려하여, 분석/시험 또는 부분시험(Partial Test)/운전사고 경험(Experience with Operating Events)/엔지니어 판단사항/또는 이러한 요인들을 복합적으로 염두에 둔다.

a. 운전가능성 판단은 다음 항목에 대한 판단을 포함한다.

- 여러 SSCs 중 어느 것이 성능저하 또는 불일치 조건에 영향을 받는가?
- 전체 SSCs가 균등하게 영향을 받는 조건(Condition)이 존재한다면, 그 수준(Extent)은 어느 정도인가?
- SSCs에 적용되는 CLB요건 또는 CLB약정
- SSCs가 수행하기로 되어있는 해당 안전기능
- SSCs의 해당 안전기능을 수행하는 능력에 영향을 주는 성능저하 또는 불일치 조건의 실효(Effect) 또는 잠재적 실효(Potential Effect)
- 운전가능성에 대한 합리적인 기대 성립여부. 운전가능성 판단기준 및 운전가능성 확정 또는 회복을 목적으로 하는 보상대책

b. 운전가능성 판단은 다음 내용을 포함한다.

- 설계기준사고는 원전별/원전별 TS/개별기반(Bases)별로 확인하며, 안전성 평가는 운전가능성에 관한 원전별 고려사항을 포함한다.
- SSC 운전가능성요건은 운전의 해당 상태(모드) 또는 해당조건에 대한 해당 설계기준사고의 안전성 분석을 기반으로 한다. 개별 운전의 해당 모드 또는 해당조건에 맞추어 달라질 것이므로 모든 상태(모드) 및 해당조건을 모두 고려한다.
- SSC 운전가능성요건은 모든 필수 지원계통(Support System)에 적용된다. (단, TS에서 운전가능성을 정의한 내용에 따른다.)
이 때 TS가 지원기능에 관한 해당 운전가능성요건을 명확하게 제시하고 있는지 여부는 고려하지 않는다.
- 다중 설계기준사고의 동시발생에 관해서는 원전별CLB에서 제시하는 수준까지만 고려한다.

4.5 운전가능성 판단 수립조건

TSs에서 요구하는 SSCs의 운전가능성에 의혹이 존재할 경우 원전사업자는 운전가능성 판단 공정을 도입하여 다음에 대한 해당여부를 확인한다.

- a. 성능저하 조건
- b. 불일치 조건
- c. 미분석 조건(Unanalyzed Condition)의 발견

본 매뉴얼의 2.1 b와 Appendix C.9를 참고하여 SSC의 필수기능 및 관련 지원기능을 확인하고 TSs가 요구하는 SSCs의 운전가능성을 판단한다.

SSC가 명백한 운전불가 상태라면(예: 원동력[Motive Power] 손실 / TS에 따른 성능검사 실패), 본 매뉴얼(기술지침 Part9900)에 맞추어 운전불가를 발표하고 운전가능성 판단공정은 별도로 수행하지 않는다. 이 때 원전사업자가 활용하는 기존의 공정 및 절차서를 고려한다. (예: 시정조치/가용성 여부/유지보수 규정/ 보고가능성[Reportability])

4.6 운전가능성 판단시기

TSs에서 운전가능성을 요구하는 SSCs가 성능저하 또는 불일치조건에 해당한다는 사실을 발견한 즉시 운전가능성을 판단한다. 운전가능성 판단이 한정된 정보를 기준으로 삼는다고 해도 해당정보는 최소한 SSCs의 운전가능성에 대한 합리적 기대를 증명하기에 충분해야만 한다. 이것이 불가능하다면 원전사업자는 SSCs가 운전불가상태임을 발표해야만 한다. 가용정보가 불완전하다면 원전사업자는 반드시 중요한 추가정보를 (예: 운전가능성 판단결과에 영향을 미치는 정보 등) 수집하여 운전가능성을 판단한다.

SSCs의 운전가능성에 대한 합리적 기대를 증명하는 기존의 정보를 부정하는 정보가 언제라도 발견된다면, 원전사업자는 SSCs가 운전불가 상태임을 발표해야만 한다. 본 매뉴얼의 AppendixC에서 이에 관한 보다 자세한 지침을 확인할 수 있다.

4.6.1 즉각적 판단

4.5의 내용에 맞추어 운전가능성 판단 수립조건을 확인하였다면 즉시 SSC의 운전가능성을 판단한다. 가능한 최대의 정보를 활용하되 통제 가능한 방법으로 판단을 수행한다. 이 때 원전사업자는 해당평가결과를 입수할 때까지 판단을 미뤄선 안 된다. 중요한 정보의 일부라도 누락되었거나 간과되어서 SSCs의 운전가능성에 대한 합리적 기대를 증명하기가 어렵다면 원전사업자는 SSCs가 운전불가상태임을 발표해야만 한다. 판단공정을 진행하는 도중에는 운전원이 SSCs의 상태를 점검한다. 단, 즉각적인 판단공정에서는 SSCs의 운전가능성에 대한 합리적 기대를 증명하는 증거를 문서화한다. 합리적 기대가 성립되지 않으면 해당 SSCs는 운전불가상태이다.

4.6.2 임의판단

운전가능성의 임의판단은 즉각적 판단의 후속조치(Follow-up)에 해당한다. 합리적 기대를 지원하는 분석결과 등 추가정보를 이용할 수 있는 경우에 즉각적 판단의 결과를 확인하기 위해 수행하는 것이 바로 임의판단이다. 임의판단이 필요한 경우에는 이를 지체 없이 수행한다. 원전사업자는 임의판단을 완료하기 위해 지속적으로 노력한다. 단, 합리

적 기대가 존재하는 경우에 임의판단을 수행한다.

다음은 임의판단이 필요하지 않은 경우를 예로 든 것이다.

- a. 기기가 운전불가 상태이고 고장이 나서 수리를 요하고 있는 경우 (운전 불가상태를 증명할 추가정보를 수집하려는 목적의) 임의판단이 필요하지 않다.
- b. 충분한 정보를 활용하여 즉각적인 판단을 수행하였으며 추가 정보로 인해 즉각적인 판단결과에 변동이 발생하지 않으면 임의판단이 필요하지 않다.

임의판단의 완료에는 명확한 기한이 존재하지 않는다. 그러므로 해당이슈의 안전성기여도에 맞추어 필요한 기한을 준수해야 할 것이다.

예를 들어 살펴보자. 안전성에 크게 기여하는 SSC는 몇 시간에 걸쳐 임의판단을 수행한다. 그리고 추가정보를 가용하지 못할 상황이라고 해도 운전불가상태를 확인한 후 24시간 내에 임의판단을 완료한다.

한편, 임의판단 완료를 위한 일정을 확정할 때 TSs에서 제시하는 기한을 활용하는 것도 도움이 된다.

4.7 문서 작성

운전가능성 판단결과를 서류에 자세하게 기재하고, Technical Discipline(기술규범)에 익숙한 자(者)로 하여금 해당조건에 기술규범을 적용하여 판단결과를 확인하는 데 미흡함이 없도록 한다.

운전가능성 판단결과를 서류로 작성할 때에는 SSCs의 운전가능성에 대한 합리적 기대를 증명하는 추가정보를 포함시킨다. 해당정보는 직접 서류에 기재하거나 적절한 방식으로 참조할 수 있다.

서류에는 본 문서 4.4의 내용에 맞추어 판단의 적용범위 및 기준을 기재한다.

4.8 운전원 인지사항/책임

운전 교대근무자는 원전시설의 전반적 운영을 통제할 책임을 지닌다.

운전 교대근무자는 해당 원전에 설치된 SSCs의 운전가능성과 수행기능을 파악하고, 원전 운전의 영향을 줄 수 있는 성능저하 또는 불일치조건을 확인한다. 한편, 운전 교대근무자를 이끄는 상위운전원은 운전가능성을 발표할 책임을 지닌다. 즉, TS에서 운전가능성을 요구하는 SSCs의 운전가능여부를 알리는 것이다. ("Make the Call") (본 매뉴얼 Section 3.8의 내용을 참고한다.)

그 밖의 원전관계자(예: 운전/엔지니어링/인허가 관련부서)들 역시 해당이슈에 대한 전문지식을 지님과 동시에 원전운전과정을 적절히 이해하고 있다면, 운전가능성 판단공정 준비에

참여할 수 있다. 성능저하 또는 불일치조건에 대한 평가를 준비하는 자(者)라면 누구라도 해당원전의 운전원에게 운전가능성 판단결과 및 원전운전에 영향을 끼칠 수 있는 조건의 평가결과를 고지할 의무를 지닌다.

5.0 기능 평가

5.1 기능성

기능성과 운전가능성은 유사하지만 별도의 개념이다. 운전가능성의 경우, 모든 원전사업자가 TSs에서 운전가능성을 결정하는 운전가능성 판단 공정을 보유한다. 해당 공정에는 필수 기능 및 관련 지원기능에 관한 항목도 포함된다.

(본 매뉴얼 Section 2.1.b 그리고 Appendix C.9 참고)

대부분의 원전사업자는 TSs에 기술되지 않은 기능성 평가공정을 보유하지 않고 있다. 이에 관해서는 본 매뉴얼의 Attachment2를 참고한다. 보통, 기능성은 시정조치 공정 등 기존의 원전 공정을 활용하여 평가하고 결과를 문서로 작성한다. 그리고 비기능성 SSCs를 대상으로 시정조치를 수행하는 동안, 본 문서의 Appendix B를 잠정운전(Interim Operation) 지침으로 활용할 수 있다.

기능성 평가수준을 결정하기 위해서는 안전성 기여도(Safety Significance)를 고려함이 마땅하다. 뿐만 아니라, 기능을 발휘하지 못하는 SSCs가 규제요건 만족에 미치는 영향 역시 고려해야 할 요인에 해당한다.

(규제요건의 예: Appendix R [본 문서에는 존재하지 않습니다.]

발전소 정전사고/ATWS(정지불능 예상과도상태)/환경검증/유지보수 규정)

5.2 비기능성

TSs에서 언급하지 않은 SSCs가 비기능성이라는 사실이 밝혀졌다면, 이를 시정하기 위한 조치가 필요하다. 이때도 마찬가지로 원전사업자가 활용하는 기존의 공정 및 절차서를 고려한다.(예: 시정조치/가용성 여부/ 보수규정/ 보고가능성[Reportability])

TSs에서 언급하지 않은 SSCs가 기능성임이 밝혀졌다면, 성능저하 또는 불일치 조건이 존재하더라도 해당 SSCs의 기능성을 인정하되, 성능저하 또는 불일치 조건에 대한 시정조치를 수행한다.

6.0 운전가능성 판단에 따른 운전

6.1 운전불가

SSC가 운전불능이 고려되어 다음 항목을 만족하지 못한 관련된 LCO(운전제한조건)를 받드

시 발표한다.

- a. 기술규격서(TS)의 요건을 만족하지 못함.
- b. 성능저하 또는 불일치 조건으로 SSC가 의도된 해당 안전기능을 수행하지 못함. 성능저하 또는 불일치 조건 발생 즉시 (예, SSC 동작 불가능한 상태임을 시연에서 나타남), 즉각적인 운전가능성 판단 또는 신속한 운전가능성 판단을 결정할 수 있다.

6.2 운전 가능하지만 성능저하 또는 불일치 조건

성능저하 또는 불일치조건이 존재함에도 불구하고 TS에 명시된 SSC의 운전가능성이 확인되었다면, 해당 SSC를 “운전 가능하지만 성능저하 또는 불일치 조건”으로 평가한다. 환경검증요건에 적합하지 않지만 운전 가능한 SSC는 바로 이러한 예에 해당한다.

이 경우, 해당 SSC를 TS에서 제시하는 LCO에 적합한 것으로 간주하고 운전을 지속하기 위한³⁾ 운전가능성 판단을 수행한다. 이는 원전운전 결정에 적용되는 TS의 내용과도 일치해야 한다. 한편, 운전지속을 판단하는 기준은 시정조치를 성공적으로 완료할 때까지 정기적으로 그리고 필요에 맞추어 수시로 검토한다. 운전가능성 판단을 통해 확인된 SSC는 이 과정에서 입증된 합리적 기대가 유효하다면 계속해서 운전가능 상태로 간주된다.

TS 내용의 유효성 또는 시정조치에서 불일치를 발견하였다면, 이 역시 성능저하 또는 불일치조건으로 간주한다. 이에 관한 시정조치는 Administrative Letter 98-10 "원전 안전성을 보증하기에 불충분한 TS의 처리"에서 확인할 수 있다.

가끔은 원전사업자가 SSC에서 규제에 대한 불일치사항을 발견하기도 한다. 이 역시 성능저하 또는 불일치 조건으로 간주하고 해당 SSC의 운전가능성 또는 기능성을 평가한다. 원전운전 사업자 또는 TS를 통해서도 불일치 사항을 발견할 수 없다면, (예: 불일치 사항이 존재하나 이는 해당 안전기능에 영향을 주지 않는다.) 원전사업자는 해당사항을 즉시 안전성 문제로 분류해야 할지 판단한다. 한편, 시정조치 완수에 필요한 시간은 해당 사항의 안전중요도에 맞춰 결정된다. NRC 요건에서 별도로 요구하지 않는 한 운전 정지 등의 즉각적 조치가 필요하지는 않다. 원전사업자는 해당사항에 적용되는 NRC 요건이 무엇인지 확인하고, 그에 맞추어 취해야할 조치를 판단한다.

(예: 10 CFR Part50, Appendix B, 기준XVI “시정조치” 또는 10 CFR 50.12 “예외사항” 중에서 결정한다.)

6.3 충분한 자격상태 회복을 위한 시정조치와는 별개인 운전가능성

성능저하 또는 불일치 조건을 발견했을 경우, 운전가능성 판단공정을 통해서 운전지속여부를 시기적절하게 결정할 수 있도록 기준을 제시할 수 있다. 충분한 자격상태를 회복하기 위

해서는 시정조치 공정을 통해서 시정조치를 확실하게 수행한다. 한편 운전가능성은 충분한 자격상태 회복과는 구분되는 별개의 사안으로 취급해야 하는데, 이는 운전가능성 판단공정이 원전의 안전에 중점을 두어야 하며 시정조치를 계획하고 이행하는데 필요한 판단이나 행위에는 영향을 받지 않아야 한다는 점을 강조하기 위함이다.

(시정조치의 예: 충분한 자격상태 회복)

6.4 시행판단

일부 제한된 환경에서는 TS 또는 인허가 건을 완벽하게 만족하는 대신 공공의 안전과 건강에 좋지 못한 영향을 주는 사태가 발생한다.

이에 대한 개정을 수행할 기회가 주어진다면 원전사업자는 조치를 취하기 위해 앞서 개정절차부터 우선 수행해야 한다. 다만 10CFR 50.54(x)와 (y)가 적용되는 긴급 상황에서는 예외이다. 개정 절차를 수행할 시간이 부족한 경우에는 원전사업자가 NRC로부터 시행판단을 부여받을 수 있다. 이에 관해서는 NRC Inspection Manual Part 9900: 기술지침 “시행판단의 운영 및 공지”에서 관련 지침을 확인한다.

7.0 시정조치

7.1 현재 자격기준 / 10 CFR Part 50, 부록 B

NRC는 원전을 허가하기 위해 앞서 허가신청자가 제출한 원전 설계정보를 검토하여, 해당 원전이 NRC의 규칙과 규정(예: 허가기준)/인허가조건/원전별 TS를 만족하는지 확인한다. 원전사업자는 인허가조건 및 후속 변동사항에 맞추어 원전을 운전하고 보수함으로써 NRC의 해당원전 설계허가가 유효함을 입증한다.

NRC는 적절한 방식으로 원전 설계를 변경하기 위해 다양한 공정을 확립해왔다. 우선, 인허가를 개정함으로써 원전설계와 TSs를 변경한다. 이 경우 원전사업자는 10 CFR 50.59를 기준으로 삼는다. 이 때 품질에 악영향을 미치는 중대사항 발견시 10 CFR Part50 Appendix B 기준XVI에 맞추어 즉시 해당조건을 확인하고 시정한 후에 재발방지조치까지 수행하되, 시정조치와 더불어 변동사항 관리절차에 맞추어 시설을 변경한다.

또한, NRC는 원전 보수기간 동안에 적용할 원전운전요건을 CLB에 맞추어 확립한다. TSs에 명시된 SSCs의 성능저하 또는 불일치조건은 인허가조건 또는 TSs에서 제시하는 해당 조치를 수행함으로써 NRC요건을 만족할 수 있다. SSCs 정비과정에 대해 10 CFR 50.65에서 제시하는 추가요건, 위험평가, 향상된 모니터링, 수리 및 교체활동에 대한 추가 요구사항을 준수한다. 만약 변동사항이 중대 위험이면, 잠재적인 비상대응 계획을 검토할 뿐만 아니라 유지보수 활동을 지속적이고 체계적으로 검토함으로써 리스크 프로파일을 증강한다.

원전사업자는 NRC에게 운전사고 및 원전운전이슈에 대한 정보를 지속적으로 제공한다. 이는 10 CFR 50.72, 50.73, 50.9(b), 10 CFR Part 21, 그 밖의 CFR 내용에서 제시하는 보고요건을 준수하는 것이다.

해당요건들은 원전사업자가 해당원전의 CLB를 준수하여 원전을 운전한다는 사실 그리고 안전조건을 유지, 보수하면서 즉각적인 시정조치를 수행한다는 사실을 입증한다. 성능저하 또는 불일치조건에 대한 운전가능성 판단 및 시정조치는, CLB를 준수하여 원전을 운전함을 확인하는 공정과 유사하다.

7.2 시정조치 시기

SSCs가 성능저하 또는 불일치조건으로 판단된 이상, 원전사업자는 시정조치 완료일정을 설정해야 한다. 해당조건의 안전중요도에 맞추어 시정조치 수행기간을 결정하되, SSCs의 안전성 관련기능에 영향을 주는 활동에만 적용되는 10 CFR Part50 Appendix B 기준XVI을 준수하는 경우에도 마찬가지다.

NRC는 원전사업자가 시정조치를 완료하기 위해 합리적인 노력을 기울였는지 여부를 판단하기 위해서 다음 항목을 고려한다.

- 안전중요도
- 운전가능성에 미치는 영향
- 성능저하의 중요도
- 시정조치를 취하기 위한 필요조건
- 수리 또는 개조가 필요한 품목의 설계, 검토, 승인에 필요한 시간
- 수리 또는 개조가 필요한 품목의 구매절차
- 수리 또는 개조를 수행하는 특수기기의 가용성
- 수리 또는 개조를 수행하는 품목은 저온대기 또는 고온대기 중 어느 조건에 해당해야만 하는지 여부

원전사업자가 성능저하 또는 불일치조건을 단번에 해결하지 못하거나 또는 장기의 시정조치 완료일정에 대한 정당성을 설명하지 못한다면, NRC 관계자는 원전사업자의 시정조치가 적시에 완료되지 못한 것으로 결정하고 강제이행조치를 수행한다. 다음은 NRC 관계자가 고려할 사항이다.

- (1) 이미 확인된 관련문제
- (2) 기존의 조건 및 보상대책. 이는 수리, 교체 일정의 적합성을 포함한다.
- (3) 계획정지 후 원전을 재운전하기에 앞서, 수리, 교체가 완료할 수 없는 원인을 확인하는데 적용될 기준을 고려한다. (예: 설계/수정 패키지 준비 또는 필요한 품목을 준비하기

위해 더 많은 시간이 필요하다.)

(4) 현장관리자 및 감독조직을 적절하게 활용하여 수리, 교체 일정을 검토, 승인한다.

7.3 보안수단

성능저하 또는 불일치조건이 해당안전기능을 수행하는 SSCs의 능력에 미치는 영향을 평가할 때, 원전사업자는 최종 시정조치를 완료할 때까지의 잠정조치로서 보안수단을 이행한다. 보안수단에 대한 의존도는 최종 시정조치를 완료일정을 결정할 때 필수적으로 고려할 중요한 사항이다.

보안수단을 이행하는 목적은 다음과 같다.

- a. 운전 가능하지만 성능저하 또는 불일치상태인 SSC의 해당 안전기능/사후유지보수를 지원하는 단계에서 성능을 유지 또는 강화한다. 그리고 성능저하 또는 불일치조건에 대한 보안수단을 수행하여 원전의 운전 여유도를 회복한다.
- b. 운전 불가능한 SSCs를 운전 가능하지만 성능저하 또는 불일치상태인 SSC로 회복한다. 이러한 수단은 운전원 또는 원전운전에 최소의 영향만을 미치며 이행이 비교적 간단하다.

NRC는, SSC 운전가능성을 회복하기 위해 보안수단을 필요로 하는 조건이 보안수단을 필요로 하지 않는 조건보다도 더욱 신속하게 해결될 것이라고 전망하고 있다. 보안수단에 대한 의존도가 클수록 성능저하 또는 불일치가 더욱 심각하기 때문이다. 이와 마찬가지로, 보안수단의 일환으로 자동운전동작을 수동운전동작으로 대체하는 경우라면 SSC 운전가능성을 회복하기 위해 보안수단을 필요로 하는 조건이 그렇지 않은 조건보다 더욱 신속하게 해결될 것이다. 본 문서의 Appendix C.5에서는 운전가능성 판단을 목적으로 자동운전동작을 일시적으로 수동운전동작으로 대체하는 과정에 관한 지침을 제공한다.

원전사업자는 또한 보안수단의 기술적 적합성 및 효과를 평가한다. 이 때 보안수단이 해당 원전의 다른 분야에 미치는 영향도 함께 평가하되, 이에 관해서는 원전사업자가 각별히 주의를 기울여야한다. 예를 들어, 누설을 격리하기 위한 보안수단으로 원전사업자는 밸브를 닫을 수 있다. 그러나 이러한 조치는 일시적인 해결책이 될 수는 있으나, 다른 기기 또는 계통에 대한 흐유량 분배에 영향을 주거나, 정상조건 또는 비정상조건에 대한 운전원의 판단을 복잡하게 만들거나 또는 추가검토를 필요로 하는 상황을 발생시킨다.

만약 보상대책에 일시적인 변동사항이 반영되어 있다면 해당대책에 10 CFR 50.59를 적용한다. 이에 관해 원전사업자는 NEI 96-07 Revision 1을 참고한다. 이 문서는 Regulatory Guidance 1.187 “10 CFR 50.59, 변동사항, 시험 및 실험 이행에 관한 지침”에 의해 조건부로 승인되었다.

7.4 최종 시정조치

원전사업자가 이행하는 최종 시정조치는 다음을 포함한다.

- (1) UFSAR이 요구하는 상태로의 회복
- (2) 교정 후 조건을 수용하기 위한 인허가기준 변경
- (3) UFSAR이 요구하는 상태로의 회복을 제외한 원전시설 또는 CLB의 수정.

운전 가능하지만 성능저하 또는 불일치조건을 나타내는 SSC를 UFSAR이 요구하는 조건으로 회복하기 위해 시정조치를 수행했다면 10 CFR 50.59에 따른 감시 또는 검사는 필요하지 않다. 성능저하 또는 불일치조건의 최종 해결방안이 UFSAR에서 요구하는 사항과 일치하지 않을 때만 10 CFR 50.59를 적용하고, 이 때 원전사업자는 10 CFR 50.59에서 요구하는 대로 원전시설 또는 시정조치 절차를 변경하는데, 변경사항의 안전성에는 문제가 없더라도 변경 전과 마찬가지로 NRC의 승인을 요한다. 잠정운전조치는 운전가능성 판단 및 시정조치 수행과정에 (10 CFR Part50 Appendix B 참고) 영향을 받기 때문에, (경우에 따라서는) 원전 관계자들 역시 변경사항을 검토하고 승인할 필요가 있다. 단, 원전관계자들이 변경사항을 검토하고 승인하는 과정은 운전지속에 영향을 끼치지 않아야 한다.

운전가능성 판단 및 시정조치 수행과정에 각각 별도의 규칙이 (예: 10 CFR 50.55.a) 적용되지 않는 한, 최종 방안 또는 시정조치의 확인을 위해 10 CFR 50.59에 따른 검토를 수행한다.

- (1) 최종 방안으로 인해 원전시설 또는 운전방식이 UFSAR에서 요구하는 조건으로의 완전 회복과는 다른 상태로 변경된다고 원전사업자가 판단하였을 때
- (2) 원전사업자가 UFSAR에서 제시하는 인허가기준을 변경하여 성능저하 또는 불일치조건을 수용하고자 할 때

이에 관해서는 추후에 좀 더 구체적으로 다루기로 한다.

7.4.1 완전회복 도중 시설 또는 절차서 변경

원전사업자가 이행하는 최종시정조치에는, 시정되지 않았거나 부분적으로 시정된 조건을 수용하기 위해 원전시설 또는 운전방식을 변경하는 것까지 포함된다. 완전회복보다는 변경을 통한 능력 또는 여유도의 회복이 원전사업자의 목표이다.

원전사업자는 UFSAR에서 요구하는 조건과 원전사업자가 제시한 최종 방안을 반드시 비교하여 그 변동사항을 평가한다. TSs 변경사항이 NRC의 사전승인을 위한 평가기준

을 만족하였다는 사실을 10 CFR 50.59에 따른 감시 또는 검사를 통해서 확인했다면 인허가개정을 반드시 수행한다. 그리고 NRC의 사전승인을 득하거나 다른 해결책을 제시하기 전까지는 최종시정조치를 완료하지 않는다.

7.4.2 교정 후 조건 수용을 위한 CLB 변경

교정 후 불일치조건을 수용하기 위해 원전사업자가 CLB 변경을 제안하는 경우도 있다. 이 경우 10 CFR 50.59에 따른 검토를 수행한다. TS변경사항이 NRC의 사전승인을 위한 평가기준을 만족하였다는 사실을 10 CFR 50.59에 따른 감시 또는 검사를 통해서 확인했다면 인허가개정을 반드시 수행한다. 그리고 NRC의 사전승인을 득하거나 다른 해결책을 제시하기 전까지는 최종시정조치를 완료한 것이 아니다.

SSC를 CLB로 회복하지 않고서도 성능저하 또는 불일치조건을 해결하기 위해서, 원전사업자는 10 CFR 50.12에 맞추어 10 CFR Part 50의 적용을 배제한다. 그러나 10 CFR 50.59, 50.12, 또는 50.55a를 이행한다고 해도,

- 1) 근본원인(Root Cause), 2) 해당 SSC를 제외한 그 밖의 계통 검토
- 3) 재발방지조치 수행, 4) 최초상황 보고 에 악영향을 미치는 중요조건에 대해서 10 CFR Part 50 Appendix B 기준 X VI를 적용할 의무가 경감되는 것은 아니다.

- 끝 -

Appendix A 성능검사(Surveillances)

A.1 기술규격서 성능검사 중의 운전가능성

만약 기술규격서 성능검사의 성능이, 해당안전기능을 수행하지 못한다고 판단된 SSC로 하여금 TS요건에 맞추어 운전가능상태를 유지하도록 요구한다면, 해당 SSC는 운전 가능한 것으로 간주하되, 그 즉시 이에 관한 LCO가 충족되지 못하였음을 발표한다. 그리고 성능검사를 완수한 즉시 원전사업자는 최소한 해당 성능검사를 완수한 SSCs부분품 또는 해당계통이 운전가능성을 회복하였다는 사실을 검증한다.

TS가 절차를 통해 성능검사 수행을 하는 이유는 다양하다. 첫째, 성능검사를 수행하는데 필요한 시간은 일반적으로 필요한 조치를 완료하는 시간의 일부분으로 그리 길지 않다. 둘째, TS의 LCO를 만족하지 않은 채로 원전시설을 운전하여 안전 위험을 감당하는 것보다는 성능검사 요건을 만족하는 수고를 감수함으로써 얻게 되는 안전상 이점(신뢰도 보증 및 운전가능성 검증 수준을 향상시킨다는)이 훨씬 크다.

A.2 성능검사 및 운전가능성시험 중의 계통구성

성능검사의 대상이 되는 해당계통이 해당안전기능을 수행하게 될 때와 동일한 구성 및 조건에서 기술규격서 성능검사를 수행하는 편이 좋다. 그러나 동일한 구성 및 조건에서 성능검사를 수행함에 있어 안전문제 또는 과도상태를 유발한다면, 동일한 구성이나 조건이 아닌 다른 구성 및 조건에서 성능검사를 수행한다. 이 때 TSs의 필수 성능검사의 적합성조건은 해당계통이 안전기능을 수행하는 조건을 위한 시험조건을 추청이 기본이 되어야 한다. 그리고 TS에 명시된 적합성 확인기준을 충족하는지 여부에 따라 해당계통의 운전가능성을 결정한다. 이 때 성능검사를 수행하기 위한 계통구성이 미리 정해져있으므로, TS에 맞추어 성능검사에 적용되는 수용조건도 미리 정해진 계통구성을 기준으로 삼는다.

적합성 확인기준을 만족하지 못하면 이를 철저히 검토하여 검사를 재개하기 전까지 반드시 원인을 조사하고 문제점을 시정한다. 이러한 과정을 거치지 않은 시험반복은 운전가능성을 확정하거나 검증하는 수단으로 수용될 수 없고 다만 전처리 과정에 해당할 뿐이다.

A.3 누락된 기술규격서 성능검사

기술규격서 성능검사를 누락하였다면 누락된 성능검사에 대한 기술시방서가 첨부된다. 대부분의 원전에서는 누락된 성능검사에 대해서 STS SR 3.0.3 또는 이와 유사한 문서를 적용한다.

NRC GL 87-09 “제한된 조건에서의 운전가능성 판단 및 성능검사 수행요건 만족을 위한 STS[표준기술규격서]의 섹션 3.0과 4.0 적용가능성” [1987년 6월 4일 발간]은, 원전사업자가

누락한 기술규격서 성능검사를 수행할 수 있도록 이에 필요한 시간을 허용하는 것을 언급하였다.

그리고 이에 맞추어 Technical Specifications Task Force Travelers 358, Revision 6 “누락된 기술규격서 성능검사 수행요건”에서는, 모델 TS를 통해 누락된 기술규격서 성능검사 수행을 지연할 경우 발생할 수 있는 위험을 고지한다.

- 끝 -

Appendix B 유지보수(Maintenance)

B.1 유지보수 중의 위험 평가 및 관리

성능저하 또는 불일치조건을 발견한 후, 원전사업자는 SSC가 원전의 CLB 요건을 만족하기 위해 시정 유지보수(Corrective Maintenance)를 실시한다. 이 때 시정유지보수 또는 그 밖의 조치수행에 필요한 적절한 기간을 결정하기 위해 기술규격서(TS) 평가 또는 위험평가를 함께 수행한다.

한편 시정유지보수 과정에서 유지보수규칙으로 사용되는 10 CFR 50.65은 시정유지보수의 효과 감시 요건을 제시함으로써 신뢰도와 가용성의 범위 내에서 SSCs의 성능 및 상태를 추이하고, 데이터를 활용하여 SSCs의 추후 성능 및 상태를 예측할 뿐만 아니라 궁극적으로는 시정유지보수의 효과를 평가하도록 돕는다. 특히 10 CFR 50.65 (a)(3)에서는 원전사업자로 하여금, 유지보수를 통해 SSC의 고장을 방지하는 중에도 한편으로는 모니터링 또는 PM(예방유지보수)를 실시하여 SSC의 가용성을 극대화하도록 요구한다. 뿐만 아니라, 10 CFR 50.65 (a)(4)에서는 SSC를 운전하기에 앞서 (a)(4)에서 언급한 범위 내에서 성능위험평가를 수행하여 원전의 전반적인 성능위험을 관리하도록 요구한다.

원전사업자가 (a)(4)에 맞추어 성능위험평가를 수행할 때는, 유지보수기간 동안 해당 SSC가 이용불가하게 됨을 고려함은 물론이고 성능저하 또는 불일치로 밝혀진 SSC의 운전불가 상태까지 반영한다. 그러나 이 과정에서 TSs를 비롯한 기존의 인허가 요건, 그리고 적용가능한 모든 규정을 준수해야 한다.

유지보수를 수행할 때는 보안대책을 통해 유지보수를 완료하고 위험을 감소시키되, [NRC Regulatory Guide로 인증된] NUMARC 93-01, Section 11을 기준으로 보안대책을 평가한다. 보안대책은 임시적으로 절차서, 시설변경을 포함한다. 예를 들어, 연결단자(Jumpered terminals)/운반헤드(Lifted Heads)/임시차단장치(Temporary Blocks)/우회(Bypasses)/비계(Scaffolding)는 이행수단의 한시적 변경에 해당한다.

이행수단의 한시적변경은 10 CFR 59에 맞추어 검토되며, 검토과정은 NRC Regulatory Guide 1.187로 인증된 NEI 96-07를 준수한다.

한편, 유지보수 과정에서 계획에 맞추어 위험요소를 제거하는 것은 시설의 임시적 변경에 해당한다. 이에 관해서는 RIS(Regulatory Issue Summary) 2001-009 [2001년 4월 2일] “위험요소의 제어(Control of Hazard Barriers)”에서 구체적 지침을 확인할 수 있다. 그러나 어떠한 경우에도 원전사업자는 원전의 TS, 특히 유지보수대상인 TS에 적용되는 운전조항을 반드시 준수한다.

한편, RIS 2001-009는 원전사업자에게 본 매뉴얼의 운전지침을 활용하여 기기의 운전가능성을 평가하도록 권한다. 이제부터는 운전가능성에 관한 내용을 다룬다.

B.2 유지보수 중의 운전가능성

유지보수 (예방, 예측, 시정) 중에 해당 SSC는 작동을 멈추며 해당기능을 수행할 능력이 없는 것으로 간주된다. 해당 SSC가 TSs에서 운전가능성을 요구하는 SSC라면 이는 명백하게 운전불가임을 명시해야 한다. 유지보수 활동 및 TSs에서 요구하는 활동은 주어진 시간 안에 완수한다. 원전사업자가 원전의 출력운전 과정 중에 해당 SSC의 작동을 멈추고 유지보수 활동을 수행하는 것도 가능하나 이 경우에도 해당 SSC는 10 CFR 50.65에서 제시하는 요건과 TS에서 제시하는 요건을 반드시 만족해야 한다. 원전 운전 중 어떠한 모드에서 유지보수 활동을 수행하더라도 이러한 원칙에는 변함이 없다.

이후에 원전사업자는 SSC의 유지보수기간 중에 운전불가상태로 간주하는 계통 또는 기기의 운전가능성을 다시 확인한다.

B.3 운전가능성 vs 가용성

운전가능성(Operability)의 정의는 STS 1.1의 내용을 따른다. 그리고 10 CFR 50.65와 PI공정 [Performance Indicator Process: 성능지표 공정]를 통해 모니터의 대상이 되는 기능과 관련하여 가동율로 표현한다.

운전가능성과 가동율의 차이는 검토대상인 기능의 차이와 관련이 있다. 검사원은 다음의 서류를 검토하여 운전가능성과 가용성의 차이를 확인한다.

- NEI 99-02 “PI 규정평가지침”
- Regulatory Guide 1.160 “원전 유지보수 효과 평가”
- Regulatory Guide 1.182 “원전 유지보수 활동 위험 평가 및 관리”

B.4 신뢰도 하락으로 인한 성능저하 또는 불일치 조건

신뢰도는 해당기능을 수행하는 SSC의 능력에 대한 합리적 기대를 측정하는 기준이 된다. 초기에는 설계검증, 품질검증, 제품시험, 수용과정을 기준으로, 그리고 SSC 운전 중에는 운전경력을 기준으로 신뢰도를 측정한다. (예: SSC가 요구에 맞추어 해당기능을 성공적으로 수행하였다.) 신뢰도는 특히 주어진 요구에 대한 성공 횟수로 표현된다. 다음은 신뢰도가 하락하는 예이다.

- * SSC가 여러 번 고장을 일으키는 경우, 특히 원전사업자의 유지보수규칙프로그램에서 언급하는 반복 고장을 일으키는 경우, (동일한 원인 또는 유사원인으로 인해)
- * 운전경력을 기준으로 예상한 고장횟수보다 더 많은 고장을 일으키는 경우

신뢰도가 하락한 것으로 확인된 SSC는 성능저하 또는 불일치로 간주되어 운전 가능성을 평가받는다. TS에서 운전가능성을 요구하지 않는 SSC의 신뢰도가 하락한 경우라도 본 매뉴얼에 맞추어 앞서 언급한 내용과 유사한 방식으로 처리한다.

안전성능을 보유하고 있다고 합리적 기대를 할 수 없을 만큼 해당 SSC의 신뢰도가 하락하였다면 해당 SSC는 운전불가로 판단한다. 그리고 해당 SSC를 대상으로 운전가능성 판단을 수행한다.

SSC의 신뢰도를 하락시키는 요인은 다양한데, 그 중 SSC의 노화는 신뢰도를 크게 하락시키는 원인으로 마땅히 본문 Section 4.0의 내용에 맞추어 처리해야 할 것이다.

신뢰도의 하락은 신뢰도정보를 활용하는 프로그램에 적용되는 기본가정의 효력에까지 영향을 끼친다. PRA(원전 잠정위험평가: Plant's Probabilistic Risk Assessments)의 경우, SSC의 고장비율/ 신뢰도의 또 다른 표현/고장수목 분석 결과를 잠정비율(Assumed Value) 또는 기본비율(Default Value)로 평가하고 있다. 그러므로 신뢰도에 중대한 변동사항이 발생할 시 이를 평가하여 PRA 및 위험평가도구 등 그 관련활동에 사용되는 도구를 개선한다.

한편, Regulatory Guide 1.200 "PRA 결과의 기술적합성 결정 접근법" (An Approaching for Determining the technical Adequacy)은 PRA의 신뢰도 정보와 불가용성 정보를 갱신하는 횟수에 대한 NRC의 의견을 대변한다.

- 끝 -

Appendix C 운전가능성 관련 이슈(Specific Operability Issues)

C.1 일반 설계기준과 기술시방서 관계

일반 설계기준(이하 "GDC")과 기술시방서(이하 "TS") 간에는 분명한 차이가 존재한다. GDC가 원자로의 설계요건을 명시하는 반면 TS는 원자로의 운전요건을 명시하고 있기 때문이다. 본 매뉴얼은 GDC와 TS의 통상적 상관관계를 다룰 예정이다. 일부 원전들은 10 CFR을 통해 GDC가 성문화되기도 전에 인가받았다. 그 결과, GDC의 적용여부는 원전들마다 달라진다. 모든 경우에 발전소별 현행 인허가 기준이 적용된다.

GDC가 제시하는 기준은 직간접적으로 TS의 운영요건에 일치한다. 그러나 GDC가 제시하는 안전에 중요한 SSC의 설계, 제조, 시공, 시험 및 성능요건은 광범위한 SSC에 적용되지만 TS에서 언급하는 SSC 전부에 적용되지는 않는다. 또한 GDC는 UFSAR에서 제시하는 시설 설계를 반영한다. 한편 해당 시설설계요건 그리고 UFSAR과 그 분석에 대한 NRC평가로부터 도출된 TS는 인허가에 반영된다.

원자로 설계가 반드시 다양한 요인들을 반영하는 반면, TS는 10 CFR 50.36을 만족하기 위해 설계 및 원전 환경만을 관리한다. 10 CFR 50.36에 따르면 TS는 안전성 분석 보고서를 비롯한 분석 및 평가에서 도출된다. TS는 다른 무엇보다도 원전의 안전운전을 목적으로 SSC의 최소기능 또는 최소성능수준만을 만족하는 운전 제한 조건을 확정한다는 데 그 의의가 있다.

TS에서 요구하는 조치 및 완료시간은 곧 GDC와 TS의 상관관계를 반영한다. GDC는 안전계통 기능의 다중성을 요구하기 때문에, 통상적으로는 각 안전계통의 설계에 최소 2개의 다중화 계열을 설치하여 GDC를 만족시킨다. 그러나 TS에서는 일정시간동안 여러 개의 다중화 트레인 중 하나만을 운전할 것을 요구함에도, 이미 최소 2개의 다중화 계열이 설치되어 있기 때문에 이 경우에도 마찬가지로 GDC를 만족하였다고 볼 수 있다. TS는 해당기간 동안 각 개별 계통의 라인업이 제공하는 보호를 평가한 후, 이를 근거로 여러 개의 다중화 계열 중 하나만의 운전을 허가한다.

CLB에서 제시하는 GDC를 만족하지 못함은 성능저하 또는 불일치조건으로 간주하며, 본 매뉴얼의 기술지침을 적용한다.

C.2 단일 고장

10CFR Part50, Appendix A "원전의 일반설계기준("에서 따르면, 단일고장의 정의는 다음과 같다.

“단일고장은 기기가 의도된 안전기능을 수행할 능력을 상실하게 만드는 단일 사건이다. 하나의 사건으로 인해 발생한 여러 번의 고장 역시 단일고장으로 간주된다.”

10 CFR Part50, Appendix A에서는 또한 주요 안전기능을 수행하는 SSC에 적용되는 GDC 까지 언급하였다. 상당수의 경우, 주요 안전기능을 수행하는 SSC에 적용되는 GDC는 다음과 같다.

“기기 및 설비가 보유하는 적절한 수준의 다중성과 적절한 상호관계, 누설 검출/차단/격납 능력은 현장의 전기출력계통 운전(단, 소외 출력은 이용 불가능한 것으로 가정한다.) 및 소외 전기출력계통 운전을 (단, 현장 출력은 이용 불가능한 것으로 가정한다.) 보증하여 단일 고장이 발생하였을 때에도 계통 안전기능을 완수하여야 한다.” GDC 17, 34, 35, 38, 41, 그리고 44가 바로 이러한 예이다.

원전별 설계에서는 유체계통 또는 전기계통에서 단일 고장을 견뎌내는 능력을 고려한다. 즉, 단일고장이 발생하였을 때에도 해당계통은 안전성능이나 기타 성능을 상실하지 말아야 한다.

설계불일치사항으로 인해 해당성능을 상실하였다면 이를 성능저하 또는 불일치사항으로 간주하고 본 매뉴얼의 기술지침을 적용한다.

C.3 운전가능성 판단 과정에서 연계고장 처리대책

연계고장이란 설계기준 범위 내에서 발생한 사고로 인해 SSC가 고장을 일으키는 것이다. 예를 들어 냉각수유출사고(설계기준사고)로 인해서 고장난 파이프가 주변 펌프를 건드려 펌프의 기능을 마비시켰다면, 펌프 역시 제대로 작동할 수 없다. 이때 펌프고장은 설계기준사고 그 자체를 원인으로 하여 발생한 사고이므로 연계고장에 해당한다. 통상적으로는 발생가능성이 있는 연계고장 사례를 설계기준에 반영한다. 이 경우에 고장난 펌프는 냉각수유출사고 경감을 위한 안전성 분석에서 인정될 수 없다.

SSC가 성능저하 또는 불일치상태임이 판단되면, 운전가능성 판단을 통해 설계기준이 예측 가능한 연계고장을 얼마나 잘 반영하였는지 평가한다.(의도된 기능을 수행할 것으로 예측된 SSC의 설계기준사고를 직접원인으로 하여 발생하는 고장이 연계고장에 해당한다.) 연계고장이 사고의 영향을 제한 또는 최소화하는 해당안전기능의 손실을 유발한다면 영향을 받은 SSC는 의도된 해당안전기능 전부를 수행할 수 없기 때문에 운전불가상태이다. 이러한 상황은 주로 설계기준의 재구성 연구과정에서 또는 새로운 가상고장모드가 확인될 때 함께 나타난다.

C.4 운전가능성 판단 과정에서의 대안 분석 기법

운전가능성을 판단할 때, 원전사업자는 가끔씩 원전설계를 지원하는 계산에서 사용했던 것과 다른 분석기법 또는 컴퓨터 기술규격을 활용하는데, 이 과정에서 엔지니어 판단사항을 활용하여 시정조치기간동안 SSC가 규정된 안전 기능을 수행할 수 있다면, 운전가능성 유지 여부를 가늠한다. 그러나 최종시정조치에서 활용하는 기법을 제외하면 대안기법에는 10CFR 50.59가 적용되지 않는다. 단, 최종시정조치 이행 중에는 10 CFR 50.59를 적용할 수 있다.

대안기법 또는 최신기법이나 컴퓨터 기술규격의 활용이 원전별로 복잡한 문제를 일으킨다고 해도, 운전가능성 판단과정에는 효과가 크다. 그러므로 검사원은 현장관리소 및 NRR과 의논하여 대안기법의 활용여부를 검토해야 한다. 대안기법은 다음절차에 맞추어 활용되어야 한다.

- a. 통상적으로 규정 또는 인허가조건에서 해당 응용에 적용될 대안분석기법을 제시한다. 이 과정은 반드시 TS, 인허가 조건 또는 규정을 준수해야 한다. 대안분석기법을 활용하여 주요안전제한보고서(COLR)에 포함될 제한사항을 판단할 수 있다. SSC 성능의 평가는 비(非) COLR 기법을 통해 결정될 수 있으나 COLR에 포함될 제한사항은 반드시 TS를 준수하여야 한다.
- b. 대안분석기법은 반드시 다음의 목적을 달성하기 위해 기술적으로 적합한 경우에만 활용해야 한다.
 - SSC의 특성 확인
 - 성능저하 또는 불일치조건의 해당내용 확인
 - 특정 시설 설계의 특성 확인

다음은 이러한 확인과정 수행 시 고려할 사항이다.

- (1) CLB에서 해당 대안분석기법을 언급하고 있다면 원전사업자는 해당기법의 원전별 적용사례를 평가해야한다. 이 때 CLB에 따른 분석결과와 실제 적용사례 간의 차이점을 평가한다.
- (2) 유사한 원전의 사용승인사례. 단, 대안분석기법을 단독기준으로 활용했던 경우를 제외한다.
- (3) CLB의 수용기준에 부합하는 결과를 산출할 것. 예를 들어 현재 성능수준단위를 램(Rem)으로 표시하였다면, 산출된 결과를 총유효선량당량(TEDE)으로 표시할 수 없다.
- (4) 현재 CLB에서 대안분석기법을 언급하고 있지 않다면, 대안분석기법에 활용되는 모형은 반드시 SSC 성능을 적정수준까지 보장해야만 한다. 또한 성능저하나 불일치조건의 영향까지 제시해야 한다.
- (5) 적합한 대안기법이란 “최적 추정” 기술규격, 기법, 기술 등을 활용하는 것이다. 이 경우 SSC의 성능이 과다 예측되지 않았음을 확인할 목적으로, 비(非) CLB 분석기법과 응용 가능한 CLB 분석기법을 대상으로 벤치마크를 수행한다.

- (6) 대안분석기법 활용에 필요한 소프트웨어는 원전사업자의 QA 프로그램에 맞추어 관리해야 한다. 결과를 검증할 유자격자의 활용여부 역시 원전사업자의 QA 프로그램에 맞추어 관리해야 한다.

C.5 운전가능성 지원과정에서 자동설정과 더불어 한시적 수동설정 활용

자동설정이란 각 SSC에 부여된 설계특성 중 하나로서 해당안전기능의 완수를 목표로 한다. 10 CFR Part 50.36, “기술시방서”에서는 원자로에 응용할 ‘제한된 안전계통 설정’을 주요안전기능을 보유한 대상들을 보호하는 자동 보호 장치의 설정이라고 정의하였다. 만약 안전제한이 부과된 대상에 해당설정이 적용된다면 안전제한을 초과하지 않고 자동 보호 장치를 발동하여 비정상상태를 시정하게끔 할 것이다. 그러므로 안전제한이 부과된 대상에 대해서는 수동설정이 자동설정을 대체하는 것만으로 SSC의 운전가능성을 확신할 수 없다. 즉, 운전원이 원전을 안전한 상태에서 운전하도록 수용하나 다만 운전원이 수행하는 조치로 자동 보호 장치의 안전제한을 대체할 수는 없다는 의미다.

해당안전기능을 수동설정으로 개시한다는 과정은 원전의 인허가 검토과정 중 일부로서 수행된다. 시설 설계의 인허가에 안전기능의 수동설정과 자동설정이 모두 포함된 경우도 있지만 이에 대한 운전가능성 검토가 완료된 것은 아니다.

운전가능성 판단을 위해서 자동설정을 수동설정으로 대체하였다면 수동설정을 평가할 때 반드시 자동설정과 수동설정 간의 물리적 차이를 중심으로, 수동설정을 통해 의도된 해당 안전기능을 수행할 수 있을지에 주의를 기울인다. 물리적 차이에 해당하는 예는 다음과 같다.

- 동작을 지시하는 입력 신호 또는 분배지점을 인식하는 능력
- 설정치를 인식하는 능력
- 수동설정을 복잡하게 만드는 설계차이를 인식하는 능력(예: 자동 리셋, 온도 또는 압력의 재설정)
- 자동운전설정에 필요한 시간, 최소요구인력, 비상운전 절차서

원전사업자는 손실된 자동설정을 수동설정으로 대체하기에 앞서, 서류화된 절차서와 훈련 받은 인력을 우선 확보해야 한다.

다음 절차는 검증된 운전원을 수동설정에 할당하는 일이다. 이 또한 서류화된 절차서를 필요로 하며 할당과정에서 발견하게 될 모든 차이점을 이해하는 것 역시 중요하다. 원격수동설정의 경우 반드시 할당된 운전원의 능력, 해당현장에 도착하기까지 걸리는 시간, 그리고 운전원의 훈련정도, 방사능, 온도, 화학물질, 소리 및 시력장애 등 일상적 위험까지 고려한다. 유사시설의 동일 기능을 수동설정으로 대체하고 이를 승인함으로써 수동설정의 신뢰도

와 효과를 합리적으로 시험할 수 있다. 그러나 수동설정은 임시조치이므로 자동설정이 10 CFR Part50, Appendix B 및 원전사업자의 시정조치에 맞추어 완벽하게 복구되면 그 즉시 중단한다.

C.6 운전가능성 판단에서 확률적 위험평가 활용

확률적 위험평가는 사고 시나리오 평가에 효과적이다. 사고 또는 외부사건의 발생 확률을 예측할 수 있기 때문이다. 운전가능성이란 SSC가 반드시 해당안전성능을 갖추므로써 사고가 발생하더라도 안전성능을 발휘할 수 있다는 의미이다. 이 경우에 PRA 또는 사고나 외부사건의 발생확률을 적용하는 것은 사고가 발생하리라고 예측하는 전제에도 부합하지 않을 뿐만 아니라 운전가능성 판단에도 도움이 되지 않는다.

그러나 PRA는 다양한 정보를 제공하여 운전가능성과 시정조치 시행에 대한 즉각적인 판단을 도울 뿐만 아니라 SSC의 안전중요도 판단에도 중요한 역할을 한다. 안전중요도 역시 운전가능성 판단과정에서 고려해야 할 요소이다.

C.7 환경검증

원전사업자가 성능저하 또는 불일치조건을 확인하였고 해당조건이 10 CFR 50.49의 준수를 저해하는 요인이라면, (예를 들어, 원전사업자가 적절한 품질검증기준을 보유하고 있지 않다.) 해당사업자는 본 매뉴얼의 지침을 따른다. 특히 Section4.4의 기준을 참고하여 SSC가 의도된 안전기능을 수행하리라는 합리적 기대를 확립한다. 이러한 맥락에서 Section4.4의 기준은 기기의 연계고장 판단에도 적용되어, 사고조건에 해당하는 경우에도 C.3에서 언급하였듯이 연계고장을 일으키지 않고 안전기능을 수행하리라는 합리적 기대를 확립한다.

C.8 기술시방서 운전가능성 vs ASME OM 기술규격 기준

TS는 원전계통 전체에 적용 가능하지만 가끔은 해당 기기 성능에 대해 제한값을 포함하기도 한다. 제한값은 설계기준과 안전성 분석의 만족을 확인하기 위해서 주로 사용된다. 또한 제한값(예를 들어, 펌프 흐름 비율, 밸브 차폐시간, 밸브 누설비율, 안전밸브 압력 설정치)은 운전가능성을 검증하는 기준으로도 활용된다. 언제든지 제한값이 기준을 만족하지 못하면 반드시 해당계통의 운전불가 및 LCO의 불일치를 선언하고 그에 적합한 조건에 진입해야 한다.

원전의 ASME 운전 및 유지보수(OM) 기술규격을 활용하면 해당 기기의 운전 전 시험, 운전 중 시험 및 검토요건을 확립할 수 있다. 이러한 요건은 운전 대기상태 평가에 적용된다. 운전 중 시험에 적용되는 ASME OM 기술규격 요건은 해당 기기의 성능기준에 적용될 설정범위 또는 제한값을 포함한다. 이러한 값은 TS값(사고 분석 극한)보다 더욱 극한적이다.

한편 GL 89-04, Attachment 1, Position 8, “수용 가능한 운전 중 시험프로그램 개발 지침 “에서는 ASME 기준의 펌프 및 밸브 시험을 수행하는데 필요한 TS 동작의 완수기한을 측정할 시작점을 정의한다. 만약 성능데이터가 설정범위를 벗어났다면, 극한값이 TS값과 일치하는지 여부와는 상관없이 즉시 해당 펌프나 밸브의 운전불가를 선언한다. (“운전불가”라는 용어가 ASME 기준의 시험결과에 대해 사용되면 펌프 또는 밸브가 “운전하지 않는”다는 의미와 운전불가라는 의미를 동시에 지닌다.) 또한 LCO의 불일치를 선언하고 그에 적합한 조건을 도입한다.

한편, 설정범위가 이에 상응하는 TS값보다 더욱 제한적인 경우에는 시정조치를 교체 또는 수리에 국한할 필요가 없다. 분석을 통해서 해당 성능의 성능저하가 운전가능성을 저해하지 않는다는 사실 또는 해당 펌프나 밸브가 필요유량의 공급 등의 기능을 여전히 다한다는 사실을 입증하는 방법도 있다. 분석을 종료한 후에는 새로운 설정범위를 확정하여 운전가능성 판단에 활용한다.

NRC는 시험결과 분석에 있어 ASME OM 기술규격에서 제시하는 기간을 수용하지 않는다. 이로 인해 TS 설정지시(로의 진입이 지연될 우려가 있기 때문이다. 데이터가 펌프의 설정범위에 속하는지 아니면 밸브의 제한값 전행정 시간을 초과하는지 판단하는 즉시 해당 기기의 운전불가를 선언한다. 그리고 여기에 TS가 적용된다면 설정지시에 구체적으로 명시된 완료기간은 해당 기기가 운전불가를 선언한 시점부터 시작한다. 운전불가인 펌프와 밸브에 ASME IST 프로그램이 적용되지만 TS가 적용되지 않는다면 그 설정은 해당대상의 안전중요도와 관련 시스템 또는 계통이 수행하는 기능에 맞추어 달라진다.

교체 또는 수리를 실시하는 대신에 측정기기를 교정한 후 펌프나 밸브를 다시 시험하는 방법도 고려해볼만 하다. 그러나 이러한 경우라도 해당 펌프와 밸브의 운전불가부터 우선 선언한다. 시험을 수행하는 도중 측정기기의 오작동이 우려된다면 시험을 중지하고 측정기기를 교정하거나 교체하면 된다. 시험 도중 발생 원인이 명확하지 않은 비정상적인 데이터들을 발견한다면 이를 반드시 펌프 또는 밸브의 시험에 반영하고 즉시 운전가능성을 판단하되 필요에 맞추어 시정조치를 수행한다.

C.9 지원계통 운전가능성

운전가능성을 정의함에 있어서, 모든 관련 지원계통이 그 기능을 모두 수행할 때 TS에서 기술된 SSC가 비로소 해당안전기능을 수행할 수 있는 것으로 가정한다. 원전사업자는 TS계통의 운전가능성을 보증하기 위해서 반드시 필요한 지원계통이 무엇인지 반드시 파악한다. 이 경우 원전사업자는 상황에 맞추어 엔지니어 판단사항을 활용할 수도 있다. 운전가능성 결정기준의 최종분석에 엔지니어의 판단을 적용하는 것이다.

예를 들어, 여름에 SSC가 의도된 해당 안전기능을 수행할 수 있도록 보증하려면 환기계통

이 필요하다. 그러나 겨울에는 환기계통이 굳이 필요하지 않다. 겨울에는 보온을 위한 전력이 공급되어야만 할 것이다. 그러나 이는 여름에는 필요치 않다. 중요한 것은 언제든지 원전사업자가 정기검토를 수행하여 (a) 기존의 결론이 여전히 유효함을 확인하고, (b) 해당지원계통을 적시에 회복함(해당 검토는 시정조치의 일부로서 수행된다.)을 보증함에 있어 지원계통의 필요여부를 결정하는 기준을 확인한다. 회복대신 원전사업자가 지원기능을 개조하는 방법도 있다. (이에 맞추어 시설에도 변동사항이 발생할 수 있다.) 이 경우 10 CFR 50.59의 변경공정과 갱신된 UFSAR의 내용을 모두 준수한다.

지원계통이 의도된 지원기능을 제대로 수행하지 못하였다는 사실을 발견하였다면, 이로 인해 의도된 안전기능을 수행할 능력을 모두 상실할 가능성을 최우선으로 고려한다. 하나의 계열에서 지원계통 또는 지원받은 계통이 운전불가를 선언한다면 원전사업자는 그 즉시 해당계통이 의도된 안전기능을 수행할 능력을 모두 상실하지 않았음을 반드시 검증한다. 이때 “검증한다”함은 검증대상이 유지보수로 인해 작동하지 않는지 아니면 다른 이유가 존재하는지 여부를 확인하기 위해 시험일지 또는 기타 정보를 처리하는 과정을 의미한다. 한편 TS에서도 지원계통에 적용될 기준 및 수용치를 언급할 가능성이 있으며, 어떠한 경우에도 원전사업자는 원전별 TS를 우선적으로 준거한다.

C.10 배관 및 배관 지지부 요건

TS에 기술된 SSC를 지원하는 배관 및 배관 지지부가 성능저하 또는 불일치로 판단되면 운전가능성 판단을 수행해야 한다. 다음은 원전사업자의 판단을 돕기 위한 기준문서이다. 이러한 문서는 배관, 지지부, 지지판 및 앵커볼트 등 다양한 기기에 적용된다. 보완자료 1, 2를 포함하여 IE Bulletin 79-14, “준공 안전성 관련 배관 시스템을 위한 지진 분석”은 추가 지침을 제공한다.

콘크리트 앵커 볼트와 배관 지지부를 위한 특별 운전가능성 기준은 IE Bulletin 79 - 02, “콘크리트 팽창 앵커 볼트를 활용한 배관 지지판 설계”(Revision1, Supplement1, 그리고 Revision2 참고)에 나와 있다. Bulletins 79-02 와 79-14에서 언급한 내진설계 배관 지지부와 앵커볼트의 운전가능성 평가기준은 1979년 7월 16일자 (ML993430306) 그리고 1979년 8월 7일자 (ADAMS Legacy Library Accession No. 9010180274) NRC 내부메모에서 찾아볼 수 있다. 배관 및 배관 지지부에서 성능저하 또는 불일치 조건을 발견하였다면, 원전사업자는 ASME 보일러 및 압력용기 기술규격을 활용하여 운전가능성을 판단한다. CLB가 충족될 때까지 (대부분의 경우, 다음 핵연료재장전 유지보수정지 시점이 이에 해당한다.) 원전사업자는 해당규격을 지속적으로 활용한다. SSC가 기준을 충족하지 못함에도 불구하고 어떤 방식으로든 운전가능상태임이 판단된 상태라면, NRC로부터 운전가능성 평가를 위한 추가기준 또는 평가방법의 승인을 얻기 전까지는 해당 SSC를 운전불가로 간주한다.

C.11 결함 평가

10 CFR 50.55a(g)에서는, 기술규격요건의 적용을 받는 계통의 부분품이 반드시 ASME Code Section XI 내용에 맞추어 구조적 통일성을 유지할 것을 요구한다. 기술규격요건은 배관, 용기, 고(高) 스트레스 응집소를 위한 수용가능한 용접검사수단을 제시한다. 그리고 결함이 발견된 해당계통에 사용된 재료의 종류, 설치위치, 제공용역을 기준으로 하여 적합한 결함 치수를 제시한다. 뿐만 아니라 기술규격요건에서는 결함이 수용한계치를 초과할 경우, 대안을 활용함으로써 정밀계산을 수행하고, 이를 통해 발견된 결함의 수용여부를 평가하도록 요구하고 있다. 한편, 기술규격요건은 수리되지 않은 관통벽 결함이 다시 운전되는 일은 어떠한 경우에도 허용하지 않는다. 만약 어떠한 수단을 통해서든(감시, 유지보수, 운전 중 검사 등을 포함하여) 기술규격요건의 적용을 받는 계통에서 결함을 발견하였다면, 그 즉시 기술규격요건을 활용하여 해당요소를 평가한다.(이 때 불일치요소를 발견한 시기가 원전의 정상운전, 이전, 정지[저출력]운전 중에서 어느 시점에 해당하는지 여부는 관계가 없다.) 해당요소가 관통벽 결함에 해당하거나 또는 기술규격요건이 제시하는 제한값을 초과한다면, 해당요소가 속한 계통의 기기와 부분품은 운전불가상태로 간주된다. 반대로 관통벽 결함이 기술규격요건이 제시하는 제한값의 범위에 속한다면 해당요소가 속한 계통의 기기와 부분품은 운전가능상태로 간주된다. 그러나 원전사업자는 관통벽 결함이 제한값 범위를 초과하기 전에, 해당 기기 및 부분품이 어느 정도의 기간까지 운전가능성을 유지하는지 확인할 필요가 있다.

원전의 압력경계에서 누설의 증거를 포착하였다면 이는 곧 벽관통 결함의 존재를 의미한다. 이 경우 외관검사기법을 활용하여 누설을 일으킨 기기에 존재하는 벽관통 결함의 외부치수와 방향을 확인한다. 원전의 벽관통 결함으로 인해 파단된 외부표면의 크기가 크지 않다면 오히려 기기 벽 안쪽에 깊고 깊은 균열이 존재하여 제한값 범위를 초과할 가능성이 크다는 사실에 유의한다. 이 경우 해당기기의 운전불가를 선언하고 초음파 탐상시험 등의 기법을 활용하여 벽관통 결함의 실제 형상을 확인한다.

한편, GL 90-05와 Code Case N-513에서는 중준위 에너지 배관에 발생한 결함의 평가 및 수용을 위한 대체기법을 소개한다. 먼저 GL 90-05를 살펴보면, 기술규격요건이 수용하지 않는 결함을 (기기 등) NRC의 승인 없이도 재운전할 수 있는 경우를 소개한다. 또한 원전사업자가 NRC로부터 10 CFR 50.55a에 맞추어 성립된 기술요건의 적용을 면제받을 수 있는 경우를 소개한다. 그러나 GL 90-05를 지침으로 사용하여 원전사업자가 단독으로 결함의 평가 및 수용을 진행함은 기술규격요건의 위반사례에 해당할 수 있으므로 원전사업자는 반드시 GL 90-05에서 제시하는 방법에 맞추어 면제받고자 하는 의사를 NRC에 보고한다. 그리고 결함이 GL 90-05의 지침을 준수한다면 해당 결함이 발생한 계통은 운전 가능한 상태로 간주할 수 있다.

한편 Code Case N-513에서는, 10CFR50.55a에 인용된 규정을 위반하는 기법, 기준, 요건이 NRC의 사전검토 및 승인 없이 활용되어서는 안된다고 명시하였다. 단, Regulatory Guide 1.147이 승인한 규정은 예외이다. Code Case N-513은 특히 Class3 중준위 에너지 배관계통에 발생한 결함의 수용규정을 대체할만한 기법을 언급하고 있으며, Regulatory Guide 1.147의 승인에 따른다. Code Case N-513에 맞추어 평가되었으며 그 수용기준을 만족하는 결함이라면, ASME와 NRC 모두가 이를 수용 가능할 것이다. 그러나 반대의 경우라면 해당 결함이 발생한 계통의 운전불가를 선언한다.

NRC는 Code Case N-513을 원전사업자의 운전 중 검사프로그램 수용기준으로 인정하였다. 다만 다음조건을 모두 만족하는 경우로 한정한다.

- a. Code Case N-513 내용 중 Paragraph 4.0에서 제시하는 기준을 반드시 만족한다.
- b. 다음 항목에는 Code Case N-513를 적용하지 않을 수 있다.
 - (1) 파이프와 튜브를 제외한 그 밖의 기기
 - (2) 개스킷에 누설이 발생한 경우
 - (3) 누설방지를 위해 비구조적 밀봉용접을 활용한 경우(이 때, 관통 밀봉용접의 누설이 발생하였어도 구조적 불일치에 해당하는 것은 아니지만, 스프레드 건전성만큼은 반드시 유지되어야 한다.)
 - (4) 성능 저하된 소켓 용접부

불일치가 ASME Code, GL 90-05, Code Case N-513 그리고 그 밖의 NRC가 승인한 Code Case의 한계를 초과한다면 NRC가 이들 규정을 대신할만한 분석기법, 평가기법, 또는 계산법을 승인하여 해당계통의 작동개시를 허락하고 그 운전가능성을 인정하지 않는 이상, 결함이 발생한 해당계통은 운전불가로 간주한다. 그리고 운전불가 상태의 계통에는 대체 분석기법, 평가기법, 또는 계산법의 NRC 승인을 받기 전에 TS의 LCO를 적용한다.

C.12 Code Class 1,2,3 기기의 운전 중 누설

TS에서 언급한 것과 마찬가지로 원자로 냉각계통에 누설이 발생한 경우, 누설의 확인여부 또는 누설의 구체적 원인 파악여부에 맞추어서 해당 누설은 TS에 언급된 해당 제한값으로 한정된다. 누설이 제한값을 초과하면, LCO의 불일치를 선언하고 반드시 적용 가능한 조건을 도입한다. 원자로 냉각계통 누설이 제한값 범위를 벗어나지 않았다면, 원전사업자는 성능 저하된 해당기기의 운전가능성 그리고 누설로 인해 기타 기기 및 재료에 미치는 영향을 판단한다.

기존의 관련규정 및 TS에서는, ASME Code Class 1,2 또는 Class 3에 속하는 기기가 ASME Code를 준수하여 구조적 건전성을 유지하도록 요구한다. 그러나 경우에 맞추어서 일부 해당 성능저하는 ASME Code가 아닌 그 밖의 규정을 만족하도록 요구받는다. 만약

운전 중 검사, 유지보수, 운전 도중에 ASME Code Class 1,2 또는 Class 3에 속하는 기기에서 누설을 발견하였다면 IWA-4000의 Section XI을 준수하여 수리 또는 교체를 수행한다. 그리고 IWB-3000에 맞추어 결함에 대한 해당기기를 평가하여 누설의 분석평가기준 및 결함에 대한 수용기준을 마련한다.

TS에서는 원자로냉각재 압력경계(RCPB)에 누설이 발생하는 것을 수용하지 않고 있다. 그러므로 원전 운전 중 RCPB에 누설이 발생하였다면 반드시 운전중 누설 LCO를 선언한다. 그리고 Class 1,2 또는 Class 3에 속하는 압력경계 기기(배관 파이프 벽체, 밸브 몸체, 펌프 케이싱 등에서)에서 누설을 발견한 경우에는 원전사업자가 해당기기의 운전불가를 반드시 선언한다. 압력경계에서 누설이 발생함은 곧 관통벽 결함이 존재한다는 의미다. 이 경우 외관 검사기법을 활용하여 누설을 일으킨 기기에 존재하는 관통벽 결함의 외부 치수와 방향을 확인한다. 원전의 관통벽 결함으로 인해 파단된 외부표면의 크기가 크지 않다면 오히려 기기 벽 안쪽에 깊고 깊은 균열이 존재하여 제한값 범위를 초과할 가능성이 크다는 사실에 유의한다. 이 경우 해당기기의 운전불가를 선언하고 초음파 탐상시험 등의 기법을 활용하여 관통벽 결함의 실제 형상을 확인한다. 그러나 Class 3 중준위 에너지 배관계통에 누설로 인해 운전불가가 선언된 후에, 원전사업자는 체적측정기법을 사용하여 결함의 수준을 확인한 후, GL 90-05의 Enclosure 1, Paragraph C.3.a의 기준을 활용하여 평가를 수행한다. 만약 결함이 기준을 만족하면 원전사업자는 NRC로부터 Code Requirement의 면제를 승인받기 전까지는 해당 배관계통을 '운전가능하나 성능저하인 상태'로 간주한다. 그리고 Code Case N-513을 기준으로 활용하여 해당 결함의 구조적 건전성을 판단한다. Code Case N-513의 내용은 NRC 관계자들이 부과한 제약에 맞추어 승인되고 10 CFR 50.55(a)(b)(2)(xiii)를 참조한다. NRC 관계자들이 Code Case N-513에 부과하는 제약은 다음과 같다.

- a. Code Case N-513 내용 중 Paragraph 4.0에서 제시하는 기준을 반드시 만족한다.
- b. 다음 항목에는 Code Case N-513를 적용하지 않을 수 있다.
 - (1) 파이프와 튜브를 제외한 그 밖의 기기
 - (2) 개스킷에 누설이 발생한 경우
 - (3) 누설방지를 위해 비구조적 밀봉용접을 활용한 경우(이 때, 관통밀봉의 누설이 발생하였다고 해도 구조적 결함에 해당하는 것은 아니지만, 스톱드 건전성만큼은 반드시 유지되어야 한다.)
 - (4) 성능저하된 소켓 용접부

Class 3 중준위 에너지배관계통에 결함이 발생하여 운전불가를 선언한 후, 원전사업자는 Code Case N-513-1을 활용하여 Class 2 또는 Class3 배관에 발생한 누설을 확인할 수도 있다. Code Case N-513에 부과된 NRC 제약조건이 Code Case N-513-1에 동일하게 적용된다. 다만, Code Case N-513-1 역시 NRC에서 검토를 통해 수용한 기준임에도 Code Case N-513과는 달리 RG 1.147이나 CFR의 승인을 얻지는 못하였다. 그러므로 Code Case N-513-1이 RG 1.147 또는 10 CFR 50.55a의 승인을 얻을 때까지는 원전사업자가 Code Case

N-513-1을 사용하기 위한 NRC의 승인을 반드시 요구한다.

만약 해당배관이 ASME Code Case N-513을 만족한다면 해당배관의 일시작동을 허가한다. 만약 원전사업자가 기계적 클램핑 수단을 활용하여 누설을 제어하겠다고 결정했다면, 10 CFR 50.55a(b)(2)(xiii)의 내용대로 Code Case 523-2의 요건을 적용한다. Code Case 523-2는 6인치 이하 규격(공칭 파이프 크기)의 Class 2 또는 Class3 배관에 적용되어 구조적 건전성을 유지하도록 돕는다. 그러나 운전온도가 화씨 200도(200°F)를 초과하거나 운전압력이 275 psig를 초과하는 경우라면, Code Case 523-2를 2인치 이상 규격(공칭 파이프 크기)의 Class 2 또는 Class3 배관에 적용하여선 안 된다. 한편 RG 1.147에서는, 원전사업자가 NRC에 요청하거나 NRC로부터 승인을 얻지 않고서도 활용할 수 있는 Code Case를 제시하였다. 이 Code Case는 Class 1 압력경계 계통에 적용할 수 없다는 특징을 지닌다.

NRC는 Class 1, 2 또는 Class3 고준위 에너지 배관계통 또는 배관을 제외한 Class 2 또는 Class3 중준위 에너지 배관계통에 발생한 결함(관통벽 또는 비(非) 관통벽)의 일시적 수리에 대한 대안을 제시하지 않고 있다. 그러므로 해당 결함은 반드시 Code 요건에 맞추어 수리되거나 또는 Code 요건의 적용 면제를 요청하고 NRC로부터 승인받는다.

C.13 구조적 요건

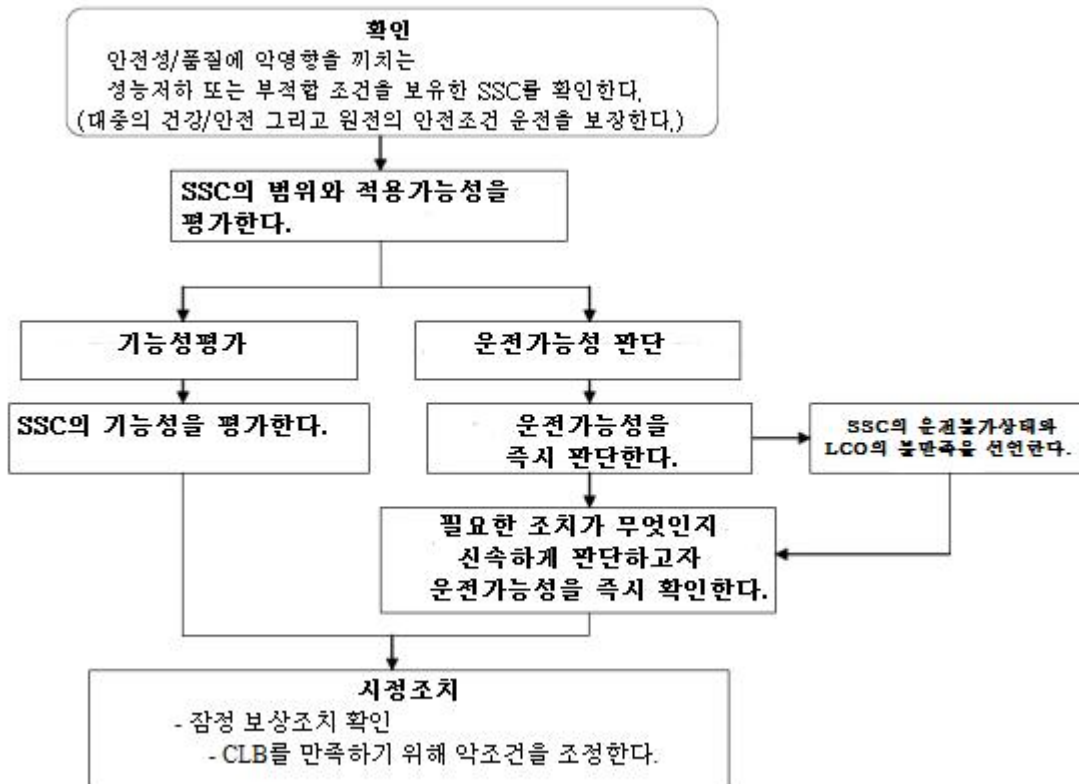
구조는 TS에 맞추어 운전가능하거나 TS에서 운전가능성을 요구하는 SSC를 지원하는 기능과 연관이 되어 있다. 콘크리트의 균열, 박락, 변형, 기형, 용수누설, 철근 부식, 앵커볼트 빠짐, 구부러짐, 도어의 성능저하, 밀봉침투 등은 구조 성능저하의 대표적 예이다. 구조의 성능이 저하된 상태라면 원전사업자는 반드시 해당 구조의 해당기능 수행 능력을 평가한다. 구조의 성능저하가 설계기준서류에 적용된 설계규격요건 또는 및 설계표준의 수용한계를 초과하도록 유도하지 않는 이상, 해당 구조는 운전 가능한 상태 또는 기능을 유지하는 상태로 간주한다.

NRC 검사원은 본부로부터 적절한 지원을 받아서, 원전사업자가 평가한 내용을 검토한 후 해당 평가가 기술적으로 적합한지, 그리고 인허가 및 규제요건을 준수하였는지 여부를 판단한다.

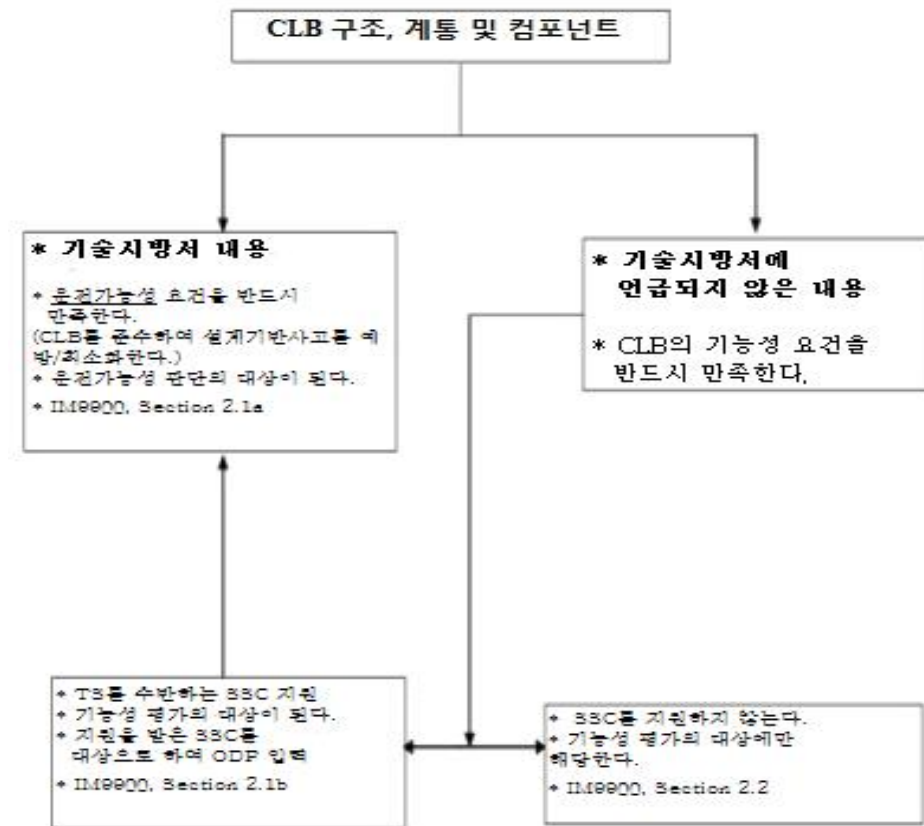
- 끝 -

Attachment 1: 운전가능성 판단 및 기능 평가 플로차트

(Operability Determination & Functionality Assessment Flow Chart)



Attachment 2: 기능 평가 수행범위에 상응하는 운전가능성



- 1) NRC 규제지침(Regulatory Guidance) 1.186 "10 CFR 50.2 설계기준 확인을 위한 지침 및 예시" (Guidances and Examples for Identifying 10 CFR 50.2 Design Basis)는 NEI 97-04 "10 CFR 50.2 설계기준 확인을 위한 지침 및 예시" (Guidances and Examples for Identifying 10 CFR 50.2 Design Basis) 이를 보증한다.
- 2) NRC에서는 SSCs에 대한 해당 품질요건을 제시하지는 않았다.
다만 10 CFR 50.49에서 제시하는 '안전성에 기여하는 전기기기(Electric Equipment Important to Safety)'는 예외이다.
- 3) 이에 관한 예외도 존재한다.
예를 들어, 원전시설에 심각한 성능문제(Significant Performance Problem)가 존재하여 확인조치 요구서(Confirmatory Action letter) 또는 명령을 통해 원전사업자로 하여금 원전 운전을 중단하거나 NRC의 승인이 있을 때까지 보류하도록 요구하는 경우가 이에 해당한다.