

NEA/CNRA/R(2012)7

15-Feb-2013

원자력 규제 활동을 위한 NEA 위원회

Regulatory oversight of Non-confirming, Counterfeit,
Fraudulent and Suspect Items (NCFSI)

부적합, 위·변조, 의심 품목에 대한 규제감독

Final NCFSI Task Group Report

JT03334695

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT

OECD는 상호 정책조정 및 협력을 통해 회원국의 경제, 사회, 환경, 세계화 문제의 해결을 모색하기 위해 30개의 민주국가로 구성된 포럼이다.

OECD는 회원국의 경제성장과 기업 지배구조, 정보사회, 노령화 등의 문제를 이해하는데 기여한다. 회원국이 정책 경험을 비교하고, 공통문제에 대한 해결법을 모색하며, 귀감 사례를 발견하고, 국내외 정책문제에 대해 협력하는 장을 제공한다.

OECD 회원국은 다음과 같다.

오스트리아, 호주, 벨기에, 캐나다, 체코, 덴마크, 핀란드, 프랑스, 독일, 그리스, 헝가리, 아이슬란드, 아일랜드, 이탈리아, 일본, 한국, 룩셈부르크, 멕시코, 네덜란드, 뉴질랜드, 노르웨이, 폴란드, 포르투갈, 슬로바키아, 스페인, 스웨덴, 스위스, 터키, 영국, 미국.

OECD 출판은 기구의 통계 수집 결과, 경제, 사회, 환경문제에 대한 연구 자료, 회원국이 동의한 조약, 지침, 기준을 배포한다.

원자력기구 (NUCLEAR ENERGY AGENCY)

OECD의 원자력 기구(Nuclear Energy Agency, NEA)는 1958년 2월 1일 OEEC 유럽 원자력 기구라는 명칭으로 설립되었다. 이후 1972년 4월 20일 일본이 비 유럽 국가로서 최초로 정회원이 되었을 때 현재의 명칭으로 바뀌게 되었다. 현재 NEA는 아래의 28개 OECD 회원국으로 구성되어 있다.

호주, 오스트리아, 벨기에, 캐나다, 체코, 덴마크, 핀란드, 프랑스, 독일, 그리스, 헝가리, 아이슬란드, 아일랜드, 이탈리아, 일본, 룩셈부르크, 멕시코, 네덜란드, 노르웨이, 포르투갈, 한국, 슬로바키아, 스페인, 스웨덴, 스위스, 터키, 영국, 미국 유럽공동위원회 (The Commission of the European Communities)도 NEA의 업무에 참여하고 있다.

NEA의 임무는 다음과 같다.

- 평화적인 목적으로의 원자력을 안전하고, 환경 친화적이고, 경제적으로 사용하기 위해 회원국 간에 국제협력을 통해 과학, 기술, 법 정보를 개발, 공유할 수 있도록 도울 뿐만 아니라
- 권위적 평가를 제공하며, 에너지와 지속 가능한 개발 등의 분야에 광범위한 OECD 정책 분석 결과 제공, 국가의 원자력에너지 정책에 조언하는 등 주요 이슈에 대한 공통합의를 조성

이러한 목표들을 달성하기 위하여, NEA는 원자력안전 및 인·허가, 방사성폐기물관리, 방사선방호, 핵연료주기의 경제성 및 기술성 분석, 원자력과학, 원자력법 및 손해배상, 그리고 일반 대중에 대한 정보제공과 같은 주요 현안을 취급하기 위한 프로그램을 수립, 시행 하고 있다.

NEA의 데이터 뱅크는 회원국에 원자력 자료와 컴퓨터 프로그램 서비스를 제공하고 있다. 이를 위해 NEA는 협력협정을 맺은 IAEA 및 다른 원자력 관련 국제 기구들과 긴밀히 협력하고 있다.

서 론 (FOREWORD)

지난 수년간 부적합 품목 처리 과정은 규제 체계 내 품질보증 과정의 일부로 여겨졌다. 그럼에도 불구하고, 부적합, 위·변조, 의심 품목(NCFSI)은 원자력업계의 공급망에 지속적으로 유입되었다. 원자력 업계와 규제 당국은 사건마다 발생할 때마다 대응을 해왔지만 원자력 발전소 건설, 수리, 유지보수 시 NCFSI의 유입 방지를 위해 지속적인 노력이 요구되었다. 이미 가동 중인 원자로를 유지보수하고 다수의 원자로의 신설을 위해 고품질의 부품과 장비의 수요가 증가함에 따라 안전관련 설비에 NCFSI 유입 가능성은 과거에 비해 증가하였다. 따라서 공급망의 건전성 증진을 위해 NCFSI 발생을 최소화 할 수 있는 조치의 필요성이 대두되었다. 이를 위해 귀감이 될만한 사례를 발굴하고 원자력 안전성 향상을 위한 CFSI 사례 발견과 방지에 그 초점을 맞추어야 한다. 이 같은 조치는 단순히 문제 해결을 위한 악의적인 의도를 포함할 수도 있으나 그렇다고 반드시 그러한 측면을 위해 고안된 것은 아니다.

2011년 6월, NEA 원자력규제위원회(Committee on Nuclear Regulatory Activities)는 NCFSI 사건 발생을 최소화하여 공급망의 건전성을 증진시키기 위해 전담반 구성을 승인했다. 전담반은 WGOE 활동(운전경험보고서: 위·변조, 의심 품목, NEA/CNRA/R9, 2011 6월), 국제운전경험 피드백 WGOE&WGIP 공동 워크숍 기록물과 같은 NCFSI 관련 국제 경험 등을 기반으로 활동했다.

검토에 참여한 전담반 명단은 다음과 같다.

- John Tappert, USNRC (미국)
- Laura Dudes, USNRC (미국)
- Burton Valpy, CNSC (캐나다)
- Madalena Novackova, SUBJ (체코)
- Kirsi Levä, STUK (핀란드)
- Alejandro de Santos, CSN (스페인)
- Craig Reiersen, ONR (영국)
- 오규명, KINS (한국)
- Lucian Goicea, CNCAN (루마니아)
- Dragos Milea, CNCAN (루마니아)
- Stanislovas Ziedelis, EC European Clearinghouse for Operating Experience (EC)
- John A. Nakoski, OECD/NEA

전담반의 임무는 다음과 같다.

- NCFSI 관련 이슈, 문제 발견
- NCFSI 관련 국제 경험에서 교훈 찾기 및 관련 교육 구축
- NCFSI가 국제 원자력 공급망에 유입되는 것을 방지하기 위해 NCFSI 식별과 처리에 있어 귀감이 될 만한 사례를 발견. 실천 방안으로는

- NCFSI 관련 정보를 기반으로 공급망에 참여 장려
- NCFSI 해결을 위한 효율적인 인허가의 통제 과정 도입
- NCFSI 관리를 위한 인허가 방법을 규제, 감독 보장
- NCFSI 경험 수집, 공유를 위한 메커니즘, 방법 개발
- NCFSI에 관한 전문 지식으로 활동 결과를 문서화

본 보고서는 규제당국과 원자력 안전 위원회 관계자들에게 원자력 산업 공급망 내에 유입된 NCFSI 문제 해결을 위한 유용한 정보를 제공한다. NCFSI가 무엇을 뜻하고, 무엇이 문제이며, 규제기관, 사업자, 공급업체의 역할은 무엇인지 명시한다. 또한 일반적인 요인과 당면한 문제도 논의한다. NCFSI 증가를 야기하는 근본적인 원인과 잠재 요인, 공급망에 NCFSI 유입 증가, 열화 및 노후화 문제, NCFSI 해결과 연관된 법과 규제체계의 적절성, 문제 인식 부족과 이것이 안전에 미치는 영향, CFSI 발견의 어려움, 공급망의 안전 문화 등에 대한 정보를 제공한다.

또한 CFSI 문제 해결을 위해 정보 기반 공급망 증대의 중요성과 그 사례를 다룬다. 이와 관련하여 교육, 훈련, 현명한 고객과 공급업체 되기, 지식 관리 등을 소개한다.

사업자의 절차 및 관리를 소개하는 부분에서는 안전과 밀접한 관련이 있는 원자력 시설의 신규, 교체 품목이나 서비스 구매 시 CFSI 방지를 위해 사업자와 공급업체가 고려해야 하는 여러 권고사항들이 소개된다. 이는 기존의 유지관리와 품질 보증 프로그램을 활용하지만 부적합 품목뿐 아니라 CFSI 문제까지 포괄한 구체적인 해결책을 위해 필요에 따라 개선되기도 하였다. CFSI 해결을 위해 구매, 공급망 관리, 구매 후 활동 단계에서 무엇을 할 수 있는지에 대한 의견을 공유하고자 한다.

마지막으로 전담반은 CFSI 해결을 위한 규제기관의 역할에 대해서도 논의한다. CFSI 해결을 위해 규제, 지침을 강화하고 CFSI 관련 정보를 습득, 공유하며 규제기관간 국제협력을 증진하고, 사법기관 등 다른 정부 조직의 참여를 장려하는 등의 제안이 소개되었다.

1. 배경

원자력 사업자는 허가된 시설(현장)과 활동에 대한 최종 책임이 있다. 이는 구매, 공급된 물품과 서비스가 규제 요건과 설계 기준 요건을 만족하는지 보장하는 것 또한 이에 포함된다. 그러나 세계화 되고 있는 현대 경제사회에서 공급망 또한 점점 확대되어 감에 따라 부적합 및 위·변조, 의심 부품(NCFSI)이 유입될 가능성 또한 증가하고 있다. NCFSI는 원자력 안전에 심각한 위협을 가할 수 있기 때문에[13] 규제기관, 사업자, 공급업체가 NCFSI가 끼칠 피해와 원자력 안전 관련 부품의 안전성 유지방안에 대해 이해하는 것이 매우 중요하다.

본 문서는 NCFSI 발생을 야기하는 요인을 밝히고 NCFSI 발생과 유입 방지를 위한 방법과 지침을 소개한다. 나아가 기존의 부적합 부품과 관련과 CFSI 관련 요인과의 차이점을 밝힌다. NCFSI가 안전에 미치는 영향에 대해 공급망 모든 주체의 인식을 제고하고 공급망 전체에 대한 품질관리 강화를 통해 얻을 수 있는 이익을 강조한다. 규제당국이 사업자를 지속적으로 관리하고 국내외에서 정보를 공유할 수 있는 방법을 소개한다.

규범 철학을 구체화하는 정도가 국제 규범 체제마다 다르지만 IAEA 안전 기본 원칙 1장에 나와있는 바와 같이 모든 체제가 인정하는 공통 철학은 바로 “안전에 대한 책임”이다. 그러므로 사업자는 가능한 모든 방법을 동원하여 사업자가 공급받은 모든 제품과 서비스가 본연의 기능을 다하고, 설계 시방서에 부합할 수 있도록 해야 한다. 사업체와 개인 모두가 품질 관리의 중요성을 이해하고 있다면 NCFSI 부품이 공급망 내로 유입될 확률을 감소될 수 것이다. 따라서 사업자는 다음과 같은 품질관리 수단을 마련하는 것이 중요하다.

- 국제 기준을 충족하고
- 사업자의 기대수준을 충족하며
- 교육과 훈련을 도모해야 한다.

1.1 NCFSI란 무엇인가?

NCFSI는 부적합(nonconformance), 위·변조(counterfeit, fraudulent), 위·변조로 추정되는 의심 부품(suspect), 제조 시 모조품이 섞여 들어간 품목을 지칭한다. NCFSI에 대한 자세한 설명은 아래와 같다.

N **부적합품목 (Non-conforming Items)**

구매 주문서에 명시된 승인 기준, 시방서 및/또는 기술요건을 충족시키지 못하는 품목.

부적합품목은 진품일 수도 모조품일 수도 있다. 이 들 제품은 설계, 제조, 저장, 운송을 포함한 공급망 어디서든지 나타날 수 있다. 부적합품목은 다음과 같은 상황에서 발생할 수 있다.

고의성 없이 (진품 부적합품목) 허용 가능한 신뢰성 수준 내에서 예기치 못한 고장이나 오작동: a) 품질 관리 시스템의 결함이나 비효율성; b) 공급망 내 품질/안전문화담당 직원이나 관리자의 역량 부족; c) 제조과정, 재료, 제품의 특성과 매개변수가 바람직한 명목상 수치에서 불가피한 확률론적 편차를 보일 때, 기존에 인증된 공급업체라도 이러한 유형의 불일치품목을 공급할 수 있다.

의도적으로 (모조품 - 위·변조 품목 - CFI) 정당한 법적 권리나 권한 없이 위조하거나 대체한 제품. 또는 재료, 성능, 특성을 고의로 허위표기 한 제품. CFI는 대부분 경우 경제적인 이유로 대체 공급처로부터 유입되거나 인증된 원자력 공급자 혹은 진품 제조자가 부족할 때 발생한다. 이 그룹의 품목이 허용 기준, 시방서, 기술 요건에 부적합할 확률은 비교적 매우 높다.

C 위조품목 (Counterfeit Items)

법적 권한 없이 합법적 제품을 대체하기 위해 의도적으로 제작하거나 모방한 제품.

F 변조품목 (Fraudulent Items)

의도적으로 해당 품목이 아닌 다른 품목으로 대체 한 제품 - 재료, 성능, 또는 특성이 고의로 허위표기 된다.

변조품목은 잘못 표기되거나, 허위 또는 부정확한 증명서(변조한 제조일자 또는 추정 수명 포함)와 함께 공급된 부품이다. 이 품목에는 통합 회로처럼 지정된 양을 생산 할 수 있는 업체가 허가 받은 양보다 더 많은 양을 제조해 판매한 것도 포함된다.

S 의심 부품 (Suspect Items)

의심 부품은 육안 검사, 실험, 다른 예비 정보로 판단하여 적용 규격, 시방서 및/또는 기술적 요건을 충족시키지 못할 수 있다는 정황이 있거나 위·변조 품목일수도 있다는 의혹이 있는 품목을 말한다. 이 부품이 허용 가능한지, 부적합한지, 위·변조 품목인지 판별하기 위해서는 추가적인 조사가 필요하다. 합법적 공급자일지라도 하위 공급자로부터 관련 시방서를 충족시키지 못하는 재료나 부품을 구매하여 사용함으로써 의도치 않게 의혹 부품을 공급할 가능성이 있다. 이러한 품목은 적절한 검사와 시험을 통해 허용 가능한지, 부적합품목인지, 위·변조 품목인지 결정하여야 한다.

아래 사항 중 하나 이상에 해당되어 현장 절차서로 관리되는 부적합품목은 CFSI로 간주되지 않는다. [26, 27]:

- 부적절한 설계 또는 제작 품질관리로 야기된 결함
- 운송, 취급, 저장 중 손상
- 부적절한 설치
- 기타 관리 가능한 원인

1.2 무엇을 우려하는가?

NCFSI가 공급망에 유입되는 것은 원자력 업계에 많은 우려를 안겨준다.

1.2.1 안전에 미치는 영향

원자력 시설에서 부품의 선택은 부품이 수행하는 기능과 역할 및 실행되는 주변 환경의 영향을 받는다. 이는 다시 부품의 설계, 제조, 건설에 사용되는 기술기준을 결정한다. 부품은 독립적으로, 혹은 계통에 통합되어 작동되며 대다수의 부품은 안전 기능을 수행한다. 이러한 부품들은 정상 가동, 비정상 조건, 사고 상황에서 안정성 분석 보고서 (SAR)나 안전 사례에서 규정된 신뢰성을 바탕으로 예측 가능한 방식으로 작동되어야 한다. 하지만 NCFSI로 인해 부품이나 계통이 고장이 나거나 작동이 불가능하게 될 경우 부품은 제조 기준이나 신뢰도를 충족시킬 수 없게 되므로 발전소는 안전에 위협받게 된다. 고장은 안전 계통의 가동을 저해하고 심각한 경우 사고로 이어질 수 있다.

현재까지 부적합품목으로 야기된 원자력 발전소 사건을 분석한 결과, 안전에 있어 중요도가 상대적으로 높다는 것을 알 수 있다. [8, 9]. 사건의 50% 정도는 실제 계획에 없던 원자로 정지, 예기치 못한 방사능 물질의 유출, 연료 손상과 같은 원치 않는 결과로 이어졌다. 나머지 50% 정도는 발전소의 안전 가동과 관련하여 실질적인 영향을 미치지 않았다. 그러나 대부분의 사건은 안전 기능의 상실, 감소, 약화나 안전 관련 계통과 장비 운영 불가 혹은 그러할 가능성으로 인해 다른 상황에서 잠재적으로 더 심각한 사건을 야기할 위험을 안고 있다. 부적합 부품으로 인한 가동 중 고장의 대부분은 원자로가 출력운전 중(전력 변동 포함)일 때 - 원자로가 최대 전력 혹은 낮은 전력으로 운전 중이거나 전력을 상승/감소시킬 때, 시동을 걸 때, 연료를 주입할 때- 발생했다. 부적합 부품 관련하여 분석된 사건 중 32%는 공통원인고장(CCF)를 야기했고 다중고장(독립적/종속적 다중 고장을 포함) 비율은 38.3%에 달했다.

1.2.2 상업적 영향

발전소의 운전가능성은 부품이 설계 의도대로 기능이 수행되는지의 여부에 직접적인 영향 받는다. 제품의 성능은 설계 전체에 설정된 신뢰성 수준에서 제품의 기능을 수행할 수 있는지에 달려있다. 부적합 부품의 설치는 예기치 못한 고장이나, 발전소 기기정지 사태를 야기시켜 많은 비용과 불편을 초래한다. 가동 중인 발전소라면 전기를 송전하는 업무를 수행할 수 없기 때문에 사업자에게 많은 피해를 입히게 될 것이고 건설이나 설치 단계에서 부품의 고장이 발생하거나 NCFSI가 발견된다면 건설 지연으로 인해 금전적 피해나 이자비용 증대를 발생시킬 것이다. 따라서 경제적 혹은 편의상의 이유로 고의적으로 NCFSI를 사용하는 것은 결과적으로 더 비싼 결과를 초래하게 되는 허위 절약과 다름없다.

1.2.3 준법 기업의 손실

진품 가격에는 연구, 설계, 생산, 인증, 허가, 검사, 개발/생산을 하기 위한 시설 비용이 포함되어 있다. 준법 기업은 품질보증 프로그램, 기술 개발, 기반시설 향상에 투자를 하고 고객지원과 제품 신뢰도를 포함하여 제품 전반에 대해 책임을 다한다. 또한 진품 생산 기업은 업계 내에서 자신의 명성을 쌓아 유지하고, 그에 걸맞은 제품 인지도 상승을 위해 상당한 자원을 투자한다. 그렇기 때문에 이들 부품은 역설적으로 위조의 대상이 되기도 한다. 이외에 이들 기업이 쉽게 간과하는 것이 위조 방지를 위한 정책과 자신의 제품을 보호하기 위한 법에 지출하는 비용이다. 준법 기업이 생존하려면 투자에 대해 정당한 수익을 얻어야 하지만 CFSI를 생산하는 업체가 존재한다면 왜곡된 가격 구도가 형성될 것이다. CFSI의 침투는 곧 진품의 수요 감소로 이어져 준법 기업의 생존을 어렵게 하고 이로 인해 사업자와 공급자간 신뢰성이 훼손될 수 있다. 극단적인 경우, 이는 진품 공급업체의 존재 자체를 위협한다. 본질적으로 CFSI는 진품 생산을 위해 요구되는 설계, 개발, 생산 인프라에 투자하지 않으려는 생산자에 의해 제조된다. 진품 공급자라도 근시안적인 편의성을 위해 부적합부품을 공급한다면 시스템 고장 또는 불안정성 등으로 향후에 문제가 될 수 있다.

1.2.4 숙련된 인재의 손실

진품 공급자는 적절한 품질의 부품을 생산하기 위해 요구되는 자격과 경험이 있는 인재 양성을 위해 많은 투자를 한다. 이는 공급자가 금전적 자원을 할당하고 정당한 가격 구조를 통해 최종적으로 보상을 받는 경제적 투자이다. 그러나 위조품 제조업자는 인력 개발에 대한 투자를 전혀 고려하지 않은 채, 진품에 비해 적은 비용으로 저품질 제품을 생산하기 때문에 상품 개발에 대한 투자를 게을리하는 경향이 있다. 결국 CFSI가 만연하게 되어 진품에 대한 수요가 줄어들면 고급 인력도 감소할 수 밖에 없다.

1.2.5 평판

원자력은 원자력이 안전하고 신뢰할 수 있다는 대중의 믿음이 필요하다. 이는 위해 많은 노력이 요구되지만 잃는 건 한 순간이다. 가동 중인 원전의 고장도 쌓아 놓은 평판에 도움이 되진 않지만 NCFI로 인한 고장은 발전소 전체 안전성에 대한 의문, NCFI가 업계 전체에 만연할 것이라는 두려움, 공공보건과 안전 대신 수익을 추구했다는 의심을 야기하므로 더욱 더 심각한 피해를 준다.

1.2.6 원자력 업계의 확장

에너지 수요가 증가함에 따라 많은 국가들이 원자력 에너지의 도입이나 확대를 고려하고 있다.

이로 인해 전 세계적으로 부품 공급에 대한 수요 또한 증가하여 진품 공급업자들에게 사업 확장 및 투자 기회 제공이 되고 있다. 하지만 이는 동시에 CFSI 공급업자에게도 활동 영역을 넓힐 수 있는 기회가 되기도 하다. 수요 증가로 여러 국가에서 제조된 제품이 전세계 공급망에 공급될 경우, 공급망 전반에 걸쳐 NCFSI가 유입될 가능성은 더욱 높아질 것이다.

1.3 어떠한 의무가 있는가?

원자력 안전에 대한 책임은 우선적으로 원자력 시설의 사업자에게 있다. 여기에는 구매, 공급된 제품이 규제 및 설계 기준 요건을 충족시키는지 확인 할 의무 또한 포함한다. 때문에 NCFSI가 공급망에 유입된다면 사업자는 책임을 다하지 못한 것이 된다. 최종책임이 사업자에게 있더라도 NCFSI의 유입 방지를 위해서는 공급업자와 판매자 역시 사업자에 상응하는 수준의 책임감을 지녀야 한다. 차후에 논의되겠지만, 원자력 규제당국에게도 NCFSI 사용 방지에 대한 책임이 있다.

2. NCFSI 발생 증가 요인

제품, 부품, 계통, 구조물, 보조 부품은 발전소 설계, 제조, 건설, 시운전 과정에서 발전소가 해제되기 전 발전소의 운전, 정전, 계통의 현대화 작업까지 전 과정에 걸쳐 공급된다. 효율적이고 적절히 관리되는 공급망은 공급 제품의 품질 보장은 물론 차후 원자력시설의 안전성과 안정적인 가동을 보장한다. 그러나 공급망의 안전성, 신뢰성, 공정성 보장을 위한 일반적인 합의와 노력에도 불구하고 NCFSI 관련 사건은 지속적으로 발생하고 있는 실정이다. 때문에 공급망의 안전성, 신뢰성, 공정성을 강화를 위해 추가 조치가 필요하다. 일부 발생 요인은 다음과 같다.

2.1 부적합 품목 발생의 근본원인 [8, 9]

상업용 발전소에서 부적합 품목으로 인해 발생하는 고장은 유압/공압식 장비를 포함, 기계 부품에서 가장 많이 발생한다. 두 번째로는 전자 부품으로 전체의 30~37%를 차지한다. 계측 제어 분야에서 부적합 부품으로 인한 고장은 빈번히 발생하는 비원자력 업계와 달리 원자력 업계에서는 그 빈도가 높지 않다.

기계 부품과 관련하여 보고된 사건 중에는 아래 그룹이 가장 많은 수를 차지한다.

- 안전밸브/완화밸브/역류방지밸브/솔레노이드밸브
- 압력 스위치

- 밸브 조작기
- 제어기
- 댐퍼, 방화대
- 밀봉 및 패키징

전자 부품은 고장 빈도수에 따라 다음과 같이 세 개의 하위 그룹으로 나뉘어진다.

- 회로 차단기, 전력 차단기, 퓨즈 (27-36%);
- 계전기, 연결재, 수동스위치, 누름단추, 접촉기 (19 - 27%);
- 배선 (14 - 18%)

보고된 사건을 살펴보면 주요 원인은 설계와 제조 과정에서 발견된 결함이었다. 재료의 부적절한 선택이나 사용, 잘못된 열처리, 부적절한 건설, 계산상의 오차, 낮은 안정성/불충분한 수명, 기술 절차의 불충분한 준수나 위반, 부적절한 조립, 치수 오류, 용접 불량 등이 그 예이다.

그러나 이외에도 부적합 품목을 발생시키는 잠재적인 요인은 다음과 같다.

1. 세계화, 제조 시설 이전, 국제 합병 등 복잡해진 공급망으로 야기된 전면적인 변화. 이 같은 추세는 사업자, 공급업자, 하도급업자간에 이어져온 기존의 관계에 큰 영향을 미쳐 원자력 공급망의 관리 원칙 수정의 필요성을 일깨워주었다.
2. 경제적 압박의 증가 국유 시설에 대한 정부 지원의 감소, 민간 업체에 대한 규제 완화가 초래한 경쟁으로 원자력시설의 생산/운전 비용 감소가 요구되고 있다. 가동 환경의 변화는 아웃 소싱 및 교체 부품 저장량의 감축, 판매자 자격 관리나 인수검사를 위한 인력 및 자원 삭감 등과 같은 변화로 이어지고 있다. 남은 직원들은 업무가 과중 되고 NCFSI 품목 인지 교육의 기회가 줄어들게 될 것이다. 결국 훈련과 인식의 부족, 안주, 통제 약화는 NCFSI에 대한 문제를 가속시킬 것이다.
3. 설계 본연의 기능을 수행하는 부품의 부재 원 제조업자에게서 여분의 부품을 구할 수 없게 되거나 제조업자가 일부 부품에 대해 엄격한 검사나 문서 작업을 회피하는 경우가 증가하고 있다. 이로 인해 새로운 공급업체가 늘게 되면서 설계 및 구매 관련 직원은 다양한 공급처를 통해 구매한 일반규격품을 빈번하게 사용하고 있다. 각각의 공급망은 다양한 이해관계, 전략, 윤리관념을 가진 다양한 주체로 이루어져 있어 합법적인 제조 과정을 거치지 않은 제품의 품질은 천차만별일 수 밖에 없다. 이는 원자력 발전소뿐만 아니라 규제 당국의 문제가 되고 있다. 의심스러운 업체를 통해 구매한 제품은 어떠한 경로를 통해 제조, 수리, 조립, 취급, 저장, 공급되었는지 충분한 정보가 전달되지 못할 가능성이 있다.
4. 새로운 재료와 설계 원칙과 제조 기법, 기준의 도입. 예를 들면 제어 계통의 디지털화, 현대

IC장비의 도입, 부품 수명 단축(특히 디지털 장비나 전자 기기), 모듈형 설계 기반 블랙박스 같은 것들이다. 이들은 결과적으로 종류, 규격, 기능은 같아 보일 수 있으나 새로운 설계 기준을 충족할 뿐 기존 부품의 기준을 충족시키지 못하거나 완벽한 대체가 불가능한 부품이 섞여 들어갈 수 있다. 구매 서류상의 부품을 완벽하고 정확하게 분류하여 기존의 기준을 충족하는지 확인하고, 각기 다른 기준에 따라 제조된 제품이 한 데 섞여 들어 가는 것을 방지하는 일 또한 점차 어려워지고 있다.

5. 기존 장비의 노화, 보수, 수명 연장, 발전소 신규건설 등으로 부품의 수요가 급격히 증가. 작동 경험에 따르면 부적합 부품으로 인한 사고의 빈도는 발전소 건설, 시운전 단계와 새로운 유형의 원자로 가동 초기에 증가하고 있다. 이는 부품 생산 능력의 한계, 자격을 갖춘 원자력 부품과 특수 장비 및 기계 공급업자의 부재, 숙련된 설계자, 근로자, 기술자, 기술고문의 부족으로 인해 공급이 수요의 증가를 따라잡지 못했기 때문이다.
6. 수익률 증대 추구는 설계, 제조 과정에서 재료, 제품, 기술을 선택에 있어 입증되지 않은 체계나 기술 결정을 내리게 한다.

상기 요인들은 잠재적으로 원자력 부품 품질 악화와 부적합 품목 발생을 야기할 수 있다.

2.2 CFSI 증거 증가

품질에 대한 문제가 지속적으로 발생하자 1980년대 후반 변조 자재 식별, 분리, 유입 방지를 위한 캠페인이 효율적으로 전개되었다. 당시 CFSI의 식별, 통제를 위해 도입되었던 방지책의 대다수는 오늘날까지도 유지되고 있다. 그러나 오늘날 직면한 문제는 30년 전에 비해 전문적이기에 규정짓기 어렵고 더 많은 잠재적 위험을 안고 있다. 현대 위조 기법은 과거와 비교해 매우 정교하게 발전했다. 최근 발생하는 문제의 대부분은 다양한 제품군의 정보가 전자기술의 “블랙박스”에 누적되기 때문에 발생한다.

미 국방부 (Department of Defense)도 전자기기에 CFSI가 유입되어 문제가 되고 있다. 미 상공부(Department of Commerce)가 2010년 1월 국방부 조달 관행에 관해 발표한 연구조사에 따르면 39%의 전자기기 공급업자가 어떤 방식으로든지 간에 위조품을 경험한 적이 있다고 답변했다[1]. 마찬가지로 2011년 7월 14일 유럽 위원회(EC)가 발표한 통계에 따르면 지적재산권 침해 소지가 있는 제품의 출하가 상당히 증가하고 있는 추세이다. 유럽 세관(European Customs)은 2010년 약 8만 건을 적발했으며 이 수치는 2009년보다 두 배 가량 증가한 수치다. [2]. 이 통계가 원자력 공급업자로 한정되거나 대변된다고는 할 수 없지만 공급망에 더 많은 CFSI가 유입되고 있음을 알려준다.

2.3 열화와 노후화

수명이 수개월로 책정되는 소비재와 달리, 원자력 발전소 부품을 포함한 공업 용품은 기대 수명이 수십 년에 달한다. “제조자 명시” 제품이 “내구성”을 요하는 부품에 더 많이 포함될수록, 상대적으로 덜 엄격한 기준으로 제조된 제품이 모 부품(parent component)의 열화와 노후화 평가의 제한 요인이 될 수 있다. 내장된 전자 부품의 예상 수명이 모 부품의 조기 노후화에 영향을 미칠 수 있는 것이다. 이 경우 제작자에게서 교체 부품을 구할 수 없다면 NCSFI 유입 가능성은 증가하게 된다.

상업용 원자력 업계는 부품의 노후화와 이로 인한 부품 교체의 신뢰성에 대해 명확히 이해하고 있다. 전통적인 대응방식은 노후화로 가동 중지를 초래할 교체품을 다양으로 비축하는 것이었다. 미국 전력 연구소(The U.S. Electric Power Research Institute)는 NCSFI가 그 동안 심각한 문제로 여겨지지 않았던 이유로 “현재 원자력 시설에서 원자력 안전관련 장비의 오래된 생산연도가 위·변조 품목의 차단시키는 역할을 했기 때문이다(3)”고 밝혔다. 이러한 문제 해결을 위해 다양한 업계가 노력을 함께했다. 전력연구소(EPRI)가 지원한 노후화 관련 워킹 그룹과 PKMJ 기술 서비스의 “선제적 노후화 관리 시스템(Proactive Obsolescence Management System, POMS)과 Curtiss-Wright/Scientech의 신속히 이용 가능한 부품정보 데이터베이스(Curtiss-Wright/Scientech’s Rapidly Available Parts Information Database, RAPIDS)[3]와 같은 상업 데이터 베이스 관련 워킹 그룹이 그 예라 할 수 있다.

노후화는 부품이 위조에 취약하게 한 주범으로 수없이 지적 받아왔다. 그러나 최근 미 상공부에서 발표한 자료에 따르면 노후화가 점차 늘어나고 있는 추세에도 불구하고 OEM을 통해 합법적으로 생산되는 “공정 중”인 물품에 비하면 약소한 것으로 드러났다. 이 조사에 따르면 노후화된 물품의 초소형회로 위조 비율은 2005년 초소형회로 전체 위조 비율의 7%를 차지하다가 2008년에는 32%로 증가했다. 나머지 68%의 위조된 초소형회로가 OEM으로 제작한 것이었다. 커패시터, 저항기, 트랜지스터, 다이오드 등과 같은 “단위 전자 부품” 위조사건에도 비슷한 추세가 나타난다. 보고서는 부품에 최신 기술을 추가하려는 수요 때문에 위조에 더욱 취약해진다고 지적한다. 현재 전 세계적으로 다수의 원자력발전소가 동시에 건설되고 있고 기존의 발전소 제어계통이 디지털 I&C 기술로 옮겨가고 있는 상황임을 고려해보면 이 요인들이 원자력 업계에도 관련이 있으리라 여겨진다.

2.4 NCSFI 관리에 관한 법, 산업 기준, 지침의 적합성

원자력 설비의 안전하고 신뢰할 수 있는 가동을 위해 효율적으로 제 기능을 다하는 공급망의 중요성을 고려하여 업계는 구매 품질의 관리를 위한 통합시스템을 구축했다. 공급 받은 제품과 부품의 관리를 위한 일반적 원칙은 IAEA 안전 기준 및 지침(IAEA Safety Standards and Guides [6,10,11,12,14-17])에 명시되어 있다. 이 원칙은 CSFI의 유입을 방지하기 위한 구매 품

질 보증 의무 요건에 충분히 반영되어야 한다. IAEA 안전 지침 50-SG-Q2 (14)에 정의되어 있는 바와 같이 의심되는 혹은 위조 부품을 포함한 모든 부적합 부품은 부적합 부품 관리 및 시정조치에 관한 현장 절차에 따라 해결되어야 한다.

CFSI 문제는 IAEA TECDOC-1169 [6]에서 광범위하게 다루어지고 있다. TECDOC는 “S/CI가 부적합 부품이 될 가능성이 있기 때문에 새로운 처리 과정은 필요하지 않고 일반적인 부적합 부품 처리 과정에 통합되어 처리될 수 있다. S/CI의 식별과 후 처리는 기존의 품질보증 프로그램에 따라 수행될 수 있다. 관련 절차와 수칙에는 단계적으로 반드시 검사, 식별, 보고, 평가, 시험, 제거, 대체, S/CI의 최종 처리가 포함되어야 한다. 관련절차는 반드시 기존의 부적합 부품 처리 절차를 적용해야 한다. 설치된 S/CI의 처분 (탈락, 수리, 재공사, 조건별 수용, 수정 없는 수용) [6]에는 반드시 공학적 평가가 필요하다.”고 명시한다. 위·변조 부품의 성능은 장담할 수 없으므로 반드시 제거가 되어야 하며 성능을 검증 받은 부품으로 가능한 신속하게 교체되어야 한다. 실행 절차는 프로그램이 효율적으로 실행되고, 개인의 책임과 역할이 명확하고 일관성 있게 전달될 수 있도록 조직 내 취약 부분 모두에서 다루어져야 한다.

현재 상업용 원자력 업계에 제품을 공급하는 대부분의 제조업자는 이러한 문제가 품질 보증 프로그램[13]으로 다루어질 것이라 여기기 때문에 자신의 제품에 명확한 위조 방지법이나 기술을 적용하고 있지 않다. 따라서 사업자가 위조품에 대한 경계를 늦추지 않고, 품질 보증 프로그램을 효율적으로 유지하려는 노력 외에도 위조품 유입 가능성 방지를 위해 새로운 정보를 개발, 수집하여 이를 구매 및 품질보증 담당직원을 위한 교육 프로그램과 구매 절차와 과정에 반영하는 것이 필요하다. 대다수의 국가들이 CFSI 방지와 대응에 대한 법이나 요건을 따로 제정하고 있지 않다. 어느 국가에서도 위조품 관련 활동을 금지, 수사, 보고, 기소하는 정책이나 절차서가 서면으로 작성된 바가 없다. (13) 미국이나 핀란드와 같은 몇몇 국가만이 CFSI에 관한 요건을 자국의 규제책에 포함시키고 있을 뿐이다. 일반적으로 사업자는 구매 계약서이나 구매 주문서에 위조 방지 조항을 포함시키지 않는다. 마찬가지로 원자력 업계 내에서도 최근까지 CFSI 식별을 위한 어떠한 교육도 시행된 바가 없다. [13]

이처럼 CFSI와 관련된 기준이나 지침의 부재는 CFSI 증가 요인이 되고 있다. 장기간 지속적인 실행을 위해 고안된 효율적인 CFSI 프로그램이 정보에 기반하여 사후, 사전 모두에서 실행될 수 있도록 명확한 정책적 예상을 필요로 한다. CFSI에 대한 지침은 사업자나 공급업자가 절차서 실행 이후의 품질에 대하여 다루게 될 것이다. 이러한 요구 수준의 지침이 없는 조직은 최종 사용자의 재량에 맡기게 될 것이다. 이것이 바로 미 국방부가 그들의 위조방지 위해 도입한 프로그램이다. “미 국방부의 정책 부재로 인해, 미 국방부 몇몇 부서와 하도급업자가 기존의 구매, 품질 관리 관행을 보충하여 미 국방부 공급망에 위조품이 유입되는 위험을 감소시켰다.”[5] 최근까지 CFSI 해결을 위해 합의된 기준은 거의 없다.

2.5 인식 부족과 지식 기반 정보의 부족

CSFI로 홍역을 치른 핀란드, 캐나다, 영국, 미국을 제외하면 대부분의 NEA 회원국은 일반적으로 CSFI를 증가하고 있는 위협으로 여기지 않는다. [13] 현재까지 CSFI 검사를 위해 구체적인 자원이 추가적으로 배정된 바 없다. 그러나 CSFI에 대한 감시소홀은 안전 위협의 증가로 이어질 수 있다.

최근 수년간 원자력 업계와 관련하여 전혀 경험이 없거나, 적은 납품업자가 다수 시장에 진입하여 안전/비안전 분야에 부품과 장비를 공급하였다. 그 중 일부는 구매 서류/시방서 조약함, 도급업체와 하도급업체의 자격 심사 과정과 검증 과정의 부재와 취약, 원자력 업자간 정보 공유 실패 등으로 이득을 취했다. 장비를 조립하거나 수리하는 직원도 대부분 위조 부품 식별 훈련을 받지 않았다[5].

규제 직원과 업체를 대상으로 한 CSFI 교육은 원자력 발전소 안전에 영향을 미칠 수 있는 위조 부품을 방지하고 식별하는데 매우 중요한 핵심이 될 수 있다. “CSFI를 방지할 수 있는 가장 효과적인 방법은 직원 교육하여 그들이 문제를 인식할 수 있게끔 하는 것이다. 직원이 위조품이라 알려진 유형에 익숙하고, 조작된 서류나 위조품의 특성을 숙지하고 있을 때 CSFI를 발견할 확률은 증가한다. 교육은 인식 수준의 증가를 가져와 CSFI가 원자력 발전소 안전에 잠재적으로 미칠 수 있는 영향을 미연에 방지할 수 있다.”[3] 그러나 교육은 항만 근무자나 품질 보증 검사관 등에게만 제한적으로 제공될 것이 아니라, 설계에서 가동까지 구매 전 과정의 관계자에게도 제공되어야 한다. CSFI 교육은 잠재적인 CSFI를 발견하기 위한 개인의 역할과 책임을 명확히 규정해야 한다. 또한 최근 보고된 유형의 CSFI 정보를 포함하여 주기적으로 수정, 제공되어야 한다. CSFI 교육은 잠재적 CSFI를 식별할 수 있도록 직원들에게 직책에 걸맞은 역할과 의무를 규정해야 한다[3]. NEA/CNRA/R(2011)9[13]에서 이와 비슷한 내용은 다음과 같이 찾을 수 있다. “직원은 본인의 임무 내에서 S/CI 식별, 방지, 시설 내 유입 차단과 관련하여 교육을 받아야 한다. 교육에는 조직과 업계에서 수집된 실례가 포함되어야 한다[6]. 세부 교육은 아래 사항을 포함해야 한다.

- 설치된 CSFI 발견하기
- 구매 및 검증과정에서 CSFI 발견하기
- 구매과정 중에 CSFI 정보 활용하기
- 부품 고장 시 미발견 CSFI 원인으로 고려해보기

국내 기관, 사법 기관, 제조업 무역 기관이 제공한 외부 정보도 최신 위조 기법과 위조 방지 기술에 관한 교육 프로그램을 강화해야 한다. 특히 상업용 원자력 업계에 새롭게 진출한 업체를 대상으로 원자력 업계의 특수한 요건과 미묘한 차이를 교육하는 것이 필요하다.

2.6 위조 행위의 수익성

위조품을 생산하는 가장 큰 이유는 높은 수익성 때문이다. 위조품 생산은 승인이나 재승인을 받는 데까지 드는 노력과 시간, 인적, 재정적 자원을 절약해 상당한 수익을 창출할 수 있다. 위조품 생산업자는 연구, 개발에 대한 투자, 적합한 재료 사용과 제조, 검사, 안전성, 인허가, 마케팅 등 제품을 합법적 방법으로 생산할 경우 발생하는 비용 부담 없이 본인의 제품을 진품과 동일하거나 그보다 낮은 가격으로 판매할 수 있다. 국제 위조 방지 연합(the International Anti-Counterfeiting Coalition)의 Daren Pogoda은 “위조업자들이 더욱 진화하여 위조품 생산이 수익성 있는 사업이란 것을 잘 알고 있다. 발각될 확률이 낮고 발각되더라도 강력하게 처벌될 확률이 적으며 위험에 비해 높은 수익을 낸다.”[25]고 지적했다.

2.7 CFSI 발견의 어려움

변조나 허위 표시 품목을 발견하는 일은 기술적, 조직적 이유로 매우 어렵다. 위조 업자의 기술도 나날이 진보하고 있으며 빠르게 확산되는 현대의 제조 기술 또한 위조품과 진품의 구별을 더욱 어렵게 하고 있다. [3] 대부분의 품질 보증 프로그램이 위조품을 간단히 식별할 목적으로 고안된 것은 아니다. 제품의 품질 확인을 위한 기준 또한 일반적으로 납입, 검사 및 시험 과정에서 공급자의 안정성을 고려할 뿐 위조품 반입 확인에 초점을 두지 않았다. [18, 19] 대부분의 사업자 역시 CFSI 발견, 방지를 위한 지침, 수단, 세부적인 절차나 CFSI 사례 식별을 위한 일관적인 방법을 갖고 있지 않다. 이들 중 일부는 “위조”라는 단어의 정의조차 내리지 않은 경우도 있다. 현재 구축된 데이터베이스 또한 위조품 추적이 고려되지 않았다. 위·변조가 의심되더라도 위·변조 사실을 확인해야 할 해당기관에게 수사를 할 법적 권한이 없으며 만약 법적 권한이 있더라도 수사 위해 발생하는 추가 비용을 부담하기 원치 않을 것이다. 많은 경우 위·변조품 관련 수사는 규제 당국과 조직의 협력 하에 형사 사건으로 간주되어 사법 기관이 수사를 하게 된다.

2.8 효율적인 규제 관리의 부재

모든 규제당국이 NCFSI 방지를 위한 명확한 요건을 제정하고 있는 것은 아니다. 게다가 대부분 규제기관에서 이루어지는 감시는 공급망의 하위 단계는 포함하지 않은 채 사업자에게만 초점을 맞춘 경우가 많다. 국제적으로 사업자와 공급업자의 규제를 위한 다양한 방법이 활용되고 있지만 결국 최종 책임은 사업자에게 있다 [7]. 사업자, 공급업체, 하도급업체가 “적절한 수준의 감시”를 하고 있다는 것을 확인하기 위해 규제 기관이 취해야 할 감시의 수준은 상당히 높다. 하지만 이는 상당히 어려운 일이다. 전세계 곳곳에 위치한, 관리되지 않은 다수의 업체를 포함하고 있는 공급망에 내재한 잠재적 위험을 고려해볼 때 효율적인 공급망은 매우 중요하다. 또 다른 문제는 인터넷의 등장 이후 꾸준히 인기를 얻고 있는 새로운 대외 구매 모델이다. 이들 요소는 규제기관이나 사업자의 하도급업체로 향한 감시를 심각히 제한할 수 있다.

NCFSI의 효율적인 규제관리를 위해 사업자와 공급업체를 대상으로 제품 설계로의 접근과 제조시설 보안을 범위로 하는 정기적인 평가를 실시해야 한다. 추가로 독립 공급업체에게 물품을 구매할 경우 내·외부 검증 및 실험 요건이나 부품 적합성 확인서, 진품 확인서 제출 절차 등의 수립을 고려해 볼 수 있다[5]. EPRI 지침에 위조 “위험”으로 판단되는 공급원의 사용에 대한 경고가 있다. “노후화, 일정, 혹은 기타 다른 이유로 대체 공급원이 사용되어야 할 경우 구매품은 반드시 ‘위험’으로 분류되어 진품을 확인하기 위한 적절한 예방책이 수행되어야 한다.”[3].

또한 원자력 규제당국은 새로운 혁신과 기술이 효율적인 비용으로 신속하게 개발, 도입할 수 있도록 기존의 규제 체제의 타당성을 평가해야 한다. 세계화 추세, 업계 실정, 전자 상거래 문제 등을 고려하여 현대화에 걸림돌이 되는 규제를 수정하고 명확한 위조 방지 조항을 삽입할 필요가 있다.

2.9 안전문화

국제원자력안전자문단(The International Nuclear Safety Advisory Group)은 안전문화를 “원자력 발전소의 안전성이 중요한 만큼 개인과 조직이 이를 최우선으로 여기는 태도와 특성의 조합”이라 정의한다[29]. 미 국가조사위원회는 안전문화에 대해 “국민과 환경을 보호하기 위해 다른 무엇보다 안전을 우선하는 지도자와 개인의 총체적 헌신으로부터 발생하는 중심 가치와 태도”로 정의한다 [28].

한 조직의 기본 문화를 평가할 수 있는 주요 특성으로는 리더십 안전 가치와 행동, 문제 발견과 해결, 개인 책임, 업무 진행 과정, 문제 제기 환경, 질의 태도 같은 것들이 있다. 원자력 공급망 내에서 발생하는 대부분의 사건은 부적합한 품질/안전 문화, 관리 시스템의 결함이나 비효율성, 공급업체/판매자/설계자/제조업자/구매자의 품질 관리나 품질 보증과 같은 공통된 근본 원인에 기인한다. [8,9]. 최고 경영진의 안전 및 안전문화에 대한 의지는 종종 품질/안전과 생산간의 상충으로 인해 영향을 받는다. 품질/안전 요건과 관행이 사업이익보다 늘 우선순위에 놓이는 것은 아니기 때문이다.

강력한 안전문화는 원자력 시설 설계, 건설, 운전 해체에 있어 가장 중요한 근간이 되지만 새로이 진출한 사업자는 안전문화에 대해 잘 모르거나 강력한 안전문화를 갖추지 않을 수 있다. 구매자가 선택한 공급업체가 강력한 안전문화를 갖추었는지 확실하지 않을 경우 NCFSI 구매 위험 수준은 급격히 증가한다. 이 같은 위험을 감소시키고 해당 부품이 설계된 안전 기능을 성실히 수행하기 위해서는 추가적인 조치가 필요하다. 이러한 조치를 통해 조직 전체가 안전을 최우선으로 여기며 강력한 안전문화를 장려할 수 있도록 최선의 노력을 다해야 한다. 나아가 의사 결정시 ‘안전제일’ 태도가 모든 단계에서 반드시 반영되어야 한다. 조직 내 모든 직원이 안전에 대한 자신의 책임에 대한 교육을 받고 문제 제기를 할 권한이 있다고 느껴야 한다. 조

직 전체가 운전경험을 습득하고 이를 바탕으로 행동할 수 있는 효율적인 수단을 통해 신뢰성을 쌓아야 한다. 조직은 원자력시설이 특별한 주의를 요하며 지속적인 감시와 안전에 집중해야 한다는 사실을 인식하고 있어야 한다.

취약한 안전문화는 부적합 또는 CFSI 부품이 생산, 공급되어 원자력 시설 내 안전 관련 계통에도 사용되는 결과를 낳는다. 사업자는 조직 안에서 적절한 안전문화를 개발, 홍보할 책임 있다. 또한 공급망 전체에도 안전 문화를 장려할 책임도 있는데, 이는 교육, 파트너십, 명확하고 분명한 문서 관리를 통해 이루어진다. NCFSI의 위협을 제거하고 조직을 통제 하기 위해서는 안전문화와 관련한 태도가 반영되어야 한다.

3. 정보 기반 공급망 도입

3.1 교육과 훈련

3.1.1 NCFSI를 문제로 인식하기

사업자와 조직의 구성원은 공급망 내 여러 단계에서 부적합 품목이 유입될 수 있다는 사실과 금전적 이득이나 편의를 이유로 진품 대신 CFSI를 공급하려는 집단이 있다는 점을 인지해야 한다.

원자력 안전에 책임이 있는 사업자는 NCFSI가 안전에 위협을 가할 수 있음을 인식하고 있어야 한다. 공급업체, 판매자 또한 이를 반드시 숙지하고 있어야 한다. 이를 위해 사업자, 판매자, 공급업체 모두가 NCFSI의 위협에 관한 직원 교육을 실시해야 하며, 적절한 훈련 프로그램을 갖추어야 한다. 사업자와 공급업체는 NCFSI가 공급망에 유입될 위험을 차단하기 위해 취약 사항과 NCFSI 유입 가능 지점을 반영한 절차를 개발, 도입해야 한다.

3.1.2 이해의 중요성에 대한 의사소통과 공급업체 및 하위 공급업체의 기술, 품질 요건 준수 (위험 - 안전, 상업, 공급망 영향 등)

사업자가 원자력 안전에 대한 의무를 수행할 때에는 공급업체가 적절한 기술과 품질 기준을 인지하고, 준수하고 있는지 확인해야 한다. 이와 관련한 기준 요건은 계약서 상에 명확히 서술 되어야 한다. 이러한 방식은 상위 공급망일수록 원활히 이루어지고 있으나, 원자력 관련 기준

을 명확히 이해되지 못한 공급망 하위 단계에서는 지켜지지 않을 위험이 있다. 따라서 일관성 유지를 위해 인정된 품질기준에 부합하는 조직 활용이 요구된다.

모든 공급업체는 공급망 내 자신의 역할을 인지하고 기준에 부합하는 진품을 공급 할 의무가 있다. 또한 자신의 역할에 상응하는 수준에서 원자력 업계에서 상용되는 특정 기술을 전반적으로 이해하고 그에 따르는 위험성을 인식하여야 한다. 이를 통해 자신이 제품을 공급하는 업계를 올바르게 이해하고 상세한 기술 품질 요건을 준수하지 않았을 경우 초래할 수 있는 결과를 숙지할 수 있다.

공급업체는 NCFSI이 안전에 미칠 영향에 대한 적절한 인식하고 있어야 한다. NCFSI가 국민 안전과 환경에 끼칠 중대한 영향을 이해함으로써 NCFSI 배제의 중요성을 이해할 수 있다. 또한 영리한 공급자들이 자신이 공급한 제품이 어떻게, 어떤 조건에서 안전을 보장하여 사용되는지 이해가 필요하다.

사업자는 공급업체에게 그들이 공급하는 부품의 용법, 세부 요건 충족의 중요성, NCFSI 유입이 가져올 잠재적 위험에 대해 알릴 중요 역할이 있다.

사업자와 공급업체 간의 요구사항은 전 공급망에 명확하고 간결하게 전달되어야 한다. 공급망 내의 다른 관계자들에게도 명확히 정의되어, 각각의 관계자들이 고객(사업자)의 기술 및 품질 요건 준수의 중요성을 제대로 인식하고 있어야 한다. 공급망 내 CFSI의 유입 방지를 위해 공급망 전체에 적절한 절차 준수를 위한 상호작용이 필요하다.

공급망 내 CFSI의 유입 차단을 위해 사례 공개가 요구된다. 어떤 사건이 발생했고, 어떤 결과가 나타났으며, 어떻게 처리했고, 이를 통해 얻은 교훈이 무엇인지 전 과정을 공개하여 CFSI 유입을 효율적으로 방지하려는 국제 사회의 노력에 동참해야 한다.

국제적으로 협력 체제가 구축되어야 하며 이는 정부의 활발한 감시활동으로 촉진될 수 있다. 공급을 받는 정부는 비정상적 활동을 용납하지 않아야 하며 유사시 이를 중지할 수단을 강구해야 한다.

업계는 CFSI 유입 차단의 중요성에 대해 지속적으로 논의할 수 있는 장을 마련해야 한다.

3.1.3 현명한 고객 되기

현명한 고객이 되기 위해서 풍부한 지식과 요구사항에 대한 적절한 이해, 구매된 물품에 대한 상세 요건 및 공급업체가 이를 충족했는지의 여부 확인이 요구된다. 이는 사업자뿐만 아니라 직접 공급하는 업체, 하위 업체에도 적용된다. 원자력 업계에서 현명한 고객으로 행동하기 위해서는 감시가 필요하며 요건 준수 여부를 확인하기 위해 일반산업계보다 더 엄격한 수준의

물리적 검사를 수행할 필요가 있다. 여기에는 NCFSI와 위조부품이 원자력 업계에 미칠 수 있는 부정적 영향에 대한 완전한 이해도 포함된다. 현명한 고객은 계약업체 선정에 있어 인지도가 높은 제조업자(유명 브랜드)나 (인증된) 유통업자를 우선으로 선정해야 한다. 현명한 고객을 위한 절차에는 현실적인 범위 내에서 NCFSI에 관한 적절한 지침과 방향이 포함되어 있어야 한다. 이는 현명한 고객의 역할은 무엇인지, 시스템 요건은 무엇인지, 통신 규약은 어떻게 되는지, 의무를 어떻게 인지하고 배정할 것인지에 따라 적절히 전개되어야 한다.

사업자는 원자력 안전에 최우선적 책임을 지고 있는 현명한 고객으로서 원자력 공급망 전체가 현명한 고객이란 어떤 것인지를 이해할 수 있도록 공급망의 필수 요소들과 소통해야 한다.(예: 계약서 문건을 통해 혹은 공급업체에 대한 주기적 감사를 통해) 일부 국가에서 다수 사업자의 공동 감사, 공급자 감시, 인수검사, 실험, NCFSI 데이터 베이스 등 구매 활동의 일정 부분을 공유해 현명한 고객으로 행동했다는 모범 사례가 있다. 이런 방식으로 효율적이고 지속적으로 공급망을 감시하고 NCFSI 정보를 공유할 수 있는 더 확대된 자원을 형성할 수 있다.

3.1.4 현명한 공급업체 되기

현명한 공급업체는 공급 부품에 대한 요건과, 요건 미 충족 시 초래할 결과에 대해 충분히 이해하고 있어야 한다. 특히 새로운 공급업체는 원자력 업계의 특성과 상세 요건 준수의 필요성, 원자력 관련 기술 기준을 숙지해야 한다. 모든 공급업체가 NCFSI 유입 방지의 중요성을 인지하여야 한다. 또한 하위 공급업체에게 관련 요건을 상세히 전달하고 구매 시방서 준수의 중요성에 대한 경험과 식견을 공유하며 원자력 업계에서 NCFSI가 사용될 경우 안전에 미칠 영향에 대해 이해를 함께 해야 한다.

3.1.5 NCFSI 식별 및 사용 방지 교육

모든 단계의 직원은 공급망 내 NCFSI 유입 방지의 중요성을 인식하고, 위조 부품을 식별을 위한 교육을 받아야 한다. 이는 부품의 기술 품질 요건을 명시할 책임이 있는 직원이나 물품 구매를 위해 적절한 구매업체 혹은 부품 설치 업체를 선정하는 직원, 구매 물품을 검사하는 직원, 품질관리, 검사 활동을 하는 직원, 관리자, 감독관, 규제당국, 원자력 시설에서 현장 감시 책임이 있는 직원 등을 포함한다. 교육에는 안전 관련 기기에 NCFSI가 유입되는 것을 차단하는 방법과 발전소나 공급망에 이미 유입된 위조부품을 처리하는 방안도 포함해야 한다. NCFSI의 조기발견은 안전, 비용 측면에서 많은 이득이 있으며 공정 지연을 방지할 수 있다.

직원은 공급망 내에서 어떠한 경로로 NCFSI가 유입되는지 알고 있어야 한다. 구매 과정 중 위조에 취약한 지점을 알게 되면 NCFSI 제거를 위한 적절한 절차를 수립하는데 용이할 것이다. 공급망은 원공급원에서 멀어질수록 위조품에 더 취약하게 된다. 따라서 공급업체는 업체 고유

의 공급망에 NCFSI가 유입되지 않도록 경계를 늦추지 말아야 하고, 지속적인 감시를 할 필요가 있다.

물품을 공급 받는 조직은 구매 물품의 특징과 외관을 파악하고 있어야 하며 물품이 진본 문서로 증빙되는지 확인해야 한다. 특히 품질 검사 인수 검사관은 NCFSI 식별을 위한 교육을 받아야 한다.

또한 조직은 적발된 적 있는 NCFSI 처리를 위한 절차를 수립해야 한다. 격리 및 교체 등 즉각적인 조치는 물론 NCFSI가 공급망에 유입된 경로 및 근원을 파악을 위한 추가 조사와 분석이 포함되어야 한다.

3.1.6 교육과 훈련을 사례와 절차에 반영하기

사업자와 공급업체는 구매 절차, 유지보수 절차와 같은 기존의 절차 중 NCFSI의 잠재적 위험 식별 및 방지에 효과적인 절차를 확인해야 한다. 이는 기존 품질 프로그램의 일부일 수도 있지만 나아가 NCFSI 식별과 방지를 위한 절차를 효율적으로 실행하기 위한 직원 교육 및 절차의 일관성 유지와 NCFSI의 잠재적 위험을 강조하는 방법 또한 포함된다. 프로그램의 효율성을 위해 사업자는 절차 수행에 충분한 자원을 투입해야 한다. 이 같은 절차의 실행은 구매에 영향을 미치지 않지만, NCFSI의 발전소 유입 방지에 대한 개념은 원자력시설 건설, 유지보수, 수리를 포함한 전 단계에서 고려되어야 한다.

3.2 지식 관리

3.2.1 실행 이유와 처리 방법의 이해

원자력 업계는 방사선 유출로 인해 사회에 막대한 피해를 입힐 수 있다는 점에서 다른 업계와 차별성을 갖는다. 결국 업계는 이러한 위험성과 본질을 반영하여 기준과 절차를 수립해왔다. 이는 원자력 지침과 법규, 기술 기준, 관행, 사업자 절차에 잘 드러난다. 이 같은 절차와 지침이 원자력산업계에 새로 진출한 이들에게는 번거로울 수 있으나 국민과 환경에 미칠 악영향과 원자력의 평화적 이용을 고려할 때, 국제 원자력 업계에 좀 더 엄격한 법과 절차가 요구 된다.

원자력 산업의 조직과 조직원은 자신의 역할과 수행하는 업무에 상응하여 원자력 사고가 지닌 위험성을 인지하고 있어야 한다. 이는 시방서와 절차의 강화로 이어질 것이다. 또한 안전 사용과 관련하여 공급된 부품의 품질이 높은 신뢰도를 바탕으로 관리되어야 하는 이유를 이해할 수 있게 한다. 나아가 NCFSI의 제거가 강력하게 강조되는 이유를 이해할 수 있을 것이다.

원자력 업계에 새로운 조직이나 개인(사업자, 규제기관, 공급업체)이 진출하는 것은 양날의 칼과 같다. 새로운 시선은 기존의 관행을 다른 관점에서 바라보게 하지만 기존의 사례들이 완전

히 받아들여지지 못하거나, 원자력 공급망에 NCFSI 유입을 최소화하기 위해 만들어졌던 조치들이 변경될 수 있다.

3.2.2 NCFSI에 대하여 다른 업계와의 협력

NCFSI가 다른 고위험 업계에 미치는 안전성을 고려해볼 때, NCFSI가 비단 원자력 업계만의 문제는 아니다. 이러한 사실은 그들 또한 자신의 경험에 기반한 NCFSI 접근법의 개발을 원한다는 것을 의미한다. 다양한 업계에서 다양한 관심을 가질 수 있는 공통점과 차이점이 존재할 수 있다. 국내외를 막론하고 다양한 업계가 참여하여 문제를 의논하는 것은 NCFSI 경험, 해결법 공유에 많은 도움이 될 것이다. 다른 업계와 협력한다면 정보와 의견을 좀더 면밀한 관점에서 공유할 수 있을 것이다.

3.2.3 정보, 경험의 습득과 공유

정보는 조직을 효율적으로 만드는 원천이다. 한 조직의 정보는 다양한 분야에 존재한다. 정보는 구매, 제품 공급, 수행 업무, 운영, 기술 논문 작성 등에 반영될 수 있다. 그러나 가장 중요한 것은 충분한 양의 정보를 습득하여 조직의 노동력을 구성하는 직원의 경험과 능력에 충분히 반영시키는 것이다. 그러나 이러한 정보는 이동이 잦은 직원과 은퇴를 앞둔 인력 등으로 인해 관리가 미흡할 수 있다. 정기적으로 경험과 지식을 관리하는 시스템을 갖춘 조직을 제외하면 조직의 운영과 사업에 참여한 직원이 은퇴할 때 직원이 얻은 노하우와 지식은 종종 함께 사라지고 마는 실정이다.

조직은 개인의 경험과 지식을 취합할 수 있도록 지식관리 시스템을 개발하고 이를 공통의 이익을 위해 분석, 개발하여 사용 가능한 형태로 다듬어야 한다. 특히 NCFSI의 유입 방지와 제거에 관해 개인이 갖고 있는 지식과 경험은 지식관리 시스템에 저장되어야 한다. 새로운 직원, 규제당국, 사업자, 공급업체가 NCFSI의 문제점을 이해하고, 해결할 수 있도록 NCFSI와 관련된 직원의 경험과 식견을 지식관리시스템에 포함시켜야 한다. 사업자와 공급망 내 주요 공급업체 간의 협력은 잠재적으로 NCFSI와 같은 문제에 있어 가치와 지식 공유하는 수단이 될 수 있으며 NCFSI 제거를 위해 협력하는 초석이 될 수 있다. IAEA도 지식관리에 대한 프로그램과 지침을 수립한 바 있으며[1] 이는 NCFSI에 관한 지식과 경험을 습득하고 공유하는데 사용되어야 할 것이다.

4. 인허가 절차와 관리

엄격한 품질 보증 프로그램과 관리 시스템은 구매, 공급, 설치된 물품이 규제 요건과 설계 기준을 충족하는지 확인하기 위해 수많은 단계를 거치도록 한다. 이러한 프로그램은 부적합 품목 식별을 위해 다양한 장치들을 제공하고 있지만 위조품 생산 기술의 발전으로 이를 강화하기 위한 추가적인 조치가 필요한 실정이다. 추가적 장치의 도입으로 원자력업계는 위조품이 안전 관련 설비에 미칠 수 있는 영향에 대비할 수 있다. 관련 조치는 다음과 같은 목적으로 고안되어야 한다.

- 원자력 설비 공급망에 CFSI 유입 방지
- 기존 공급망에 유입된 CFSI 발견
- 안전 관련 설비에 CFSI 설치 방지
- 안전 관련 설비에 설치된 CFSI 발견
- 안전계통에 CFSI로 인한 사건 발견
- 사업자의 시스템에 피드백 제공, 업계에 더 광범위한 운전 경험 제공
- 발견된 CFSI를 공급망에서 제거
- CFSI 사건 수사 지원
- CFSI의 위협이나 사건에 효율적으로 대응

앞서 논의된 바와 같이 설계, 구매, 유지보수를 담당하는 직원을 대상으로 한 교육 프로그램은 NCFSI의 본질과 안전관련 설비 내 NCFSI 유입 방지의 중요성, 위조품 발견에 효과적인 기술을 포함해야 한다.

4.1 구매와 공급망 관리 - CFSI 발견

NCFSI 관리는 구매 프로그램의 적절한 통제로부터 시작된다. 전통적인 구매 프로그램은 부적합 부품과 서비스를 발견, 관리하는데 초점을 맞추었다. 하지만 CFSI는 부적합 상태를 숨기기 위한 시도라 할 수 있기에, 결국 구매 프로그램은 CFSI 식별을 위한 추가 관리 방안이 고려되어야 한다.

4.1.1 절차

구매 관리 절차는 구매한 물품과 서비스를 식별, 관리하기 위한 것으로 반드시 CFSI 발견, 방지, 보고, 처리를 위한 상세 지침을 포함해야 한다.

4.1.2 구매 관리

구매 절차는 NCFSI가 공급망에 유입될 확률을 최소화하고, 유입시 발견하고, 발견 시 위조품을 바로 제거하기 위한 단계적 절차를 포함하고 있다. 구매 조직 내 담당 기술자는 구매 계약과 관련 서류를 검토하고 조직 내 설계 관리 담당 직원은 기술적 변경이 없는지 살펴보아야 한다. 검토 시 NCFSI가 원자력 업계에 미칠 수 있는 영향과 야기할 결과를 염두에 두어야 한다.

구매 시방서는 구매된 물품 본연의 기능을 이해하고 있는 설계 기관(설계 엔지니어링 혹은 설계 담당자)의 조언 하에 명확히 정의되어야 한다. 위험의 심각성, 오차, 법적, 행정적, 기술적 요건 확인을 위한 중요한 단계라 할 수 있다. 이러한 시방서는 최소한 다음을 충족시켜야 한다.

- 원자력 안전 (기술적, 행정적)을 위한 설계 요건을 상세히 명시할 것, 관련 요건을 준수하고 모든 변경은 사용자의 허가가 필요하다는 점을 명시할 것.
- 품질 관리와 감사가 원자력 안전의 중요도와 일치할 것. 공급업체가 선정되면, 구매 계약상에 CSFI에 관련하여 상세 관리 내용을 포함시킬 것.
- 공급업체의 부적합 관리 프로그램이나 통제책이 CSFI 해결을 위한 적절한 방법을 제공할 것. 공급업체의 통제와 관리는 검증 절차 범위 내에서 이루어 질 것.
- 고객의 허가 없이 어떠한 대체품도 허용할 수 없음을 명시하고, 하위 부품이나 하위 공급업체가 공급한 대체품으로 알려지면 경고할 것. 하위 공급업체까지 공급망 전체에 관리법을 적용할 것.
- 공급된 부품과 관련하여 CSFI을 포함한 것으로 알려진 사건에 대해 공급업체에 정보를 요청할 것.
- 공급업체 검사, 실험 계획, 절차가 적절히 수행되고 있는지 확인하기 위해 고객 구매 엔지니어링, 품질 관리 검사, 감사에 대한 접근을 허용할 것. 하위 공급업체가 사용되는 경우 하위 공급업체와의 계약에도 이 내용이 포함될 것.
- 원자력 안전에 영향을 미칠 수 있는 부품이나 물품에 대해 공급업체가 하위 공급업체에 적용하는 시방서에 사업자의 기존 구매 서류에 명시된 관련 기술, 행정 사항이 제공되어야 함을 요구하는 요건을 포함할 것. 이 조항은 사업자의 기존 구매 서류에서 원자력 안전에 영향을 미칠 수 있는 전 하위업자의 가장 기본이 되는 작은 부품에 이르기까지 공급망 전체에 적용됨.

4.1.3 공급업체의 자격과 선정

사업자는 공급업체의 선정과 자격에 대한 관리법을 수립해야 한다. 이 관리법으로 사업자는 공급망 관리가 소홀한 공급업체처럼 CSFI를 공급 가능성이 있는 업체를 피할 수 있다. 나아가 선정 절차를 통해 특정 부품(측정, 비파괴검사, 시험, 분석, 기타 서비스를 포함한)을 공급하는 업체가 국내외 법과 기준을 충족하는지 확인할 수 있다. 업체 선정이 진행되는 동안 CSFI 관련 사항이 공급업체의 평가에 포함되어야 한다. 여기에는 공급업체가 CSFI 관리 및 식별을 위

한 직원 훈련 여부 같은 것들이 포함된다.

선정된 공급업체는 계약 조건에 따라 NCFSI를 발견하고 제거할 수 있는 프로그램과 절차가 있어야 하며, CSFI 유입 차단을 위해 상하 공급망으로 관련 정보를 알리고, 관리법이 효율적인지 평가하며, 감사 등으로 구매 대행업체와 같은 하위 업체나 공급업체를 평가하고, CSFI 차단을 위한 조항을 공급업체가 인지하고 있는지 확인해야 한다.

사업자의 구매 프로그램에는 공급업체와 직간접적으로 연관이 있는 하위 공급업체에 대한 관리와 감시를 포함되어야 한다. 공급망 내 공급업체 및 부품 대행업체, 창고 공급업체, 교체 부품 브로커 등 하위 공급업체를 감사하는 등 다양한 방법으로 관리가 가능하다. 공급업체 및 하위 공급업체 관리 감독은 원자력 업계에서 그간 해오던 관리 경험과 일치하는 방향으로 이루어져야 한다.

4.1.4 업체 입찰 신청서 평가

공급업체의 입찰 신청서 평가에는 NCFSI를 식별하고 통제할 기회가 포함되어야 한다. 이는 특히 기존 공급망에서 공급이 불가능한 물품에 대해 “단발성”구매를 할 때 더욱 우려가 되는 부분이다. 공급업체의 입찰 신청서를 평가시 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

- 구매가 “위험성”이 있거나 “단발성”인지의 여부, 일반적이지 않은 부품이나 서비스인지 여부
- 정규 공급망 내 단발성 구매 관련 공급업체와의 지속적인 연계 경험
- CSFI에 관한 우려사항이 모든 공급업체에 전달되었는지의 여부
- 공급업체가 CSFI 방지 정책과 프로그램을 품질 보증 프로그램에 포함시켰는지 여부
- 다른 부품의 정가보다 매우 낮은 가격으로 입찰을 하는 등 공급업체가 CSFI를 공급하고 있지 않은지 증후 면밀히 살피기. 비슷한 예로 다른 입찰자보다 현저히 빠른 납기를 제시할 경우 CSFI 위험성을 나타낼 수 있다.
- 부적합 상태 관리 절차를 통해 사업자가 기술 시방서 변경을 확인 하는 것은 NCFSI의 유입 확률을 증가시키므로 설계 및 구매 관련자가 구매된 물품이 관련 요건을 충족하는지 확인하는 절차가 필요하다.
- 구매업자, 구매 대행업체, 계약 협상자는 CSFI에 대해 반드시 인지하고 있어야 함.
- CSFI에 관한 절차나 운전 경험을 선정 절차에 반영시킬 것. 공급업체의 자격 유지를 위해 과거의 운전 경험 등을 발굴하고 사용할 것.

4.1.5 제조 중 검사, 인수검사, 실험

품질 검사와 인수 검사관은 사업자, 공급업체, 하위 공급업체 조직 등 그 소속을 막론하고 검

사와 실험을 통해 위조품을 발견하는 막중한 임무를 수행한다. 이러한 검사는 안전 관련 계통에 NCFSI가 사용될 가능성을 시스템으로 차단하게끔 한다. 검사 수행 시에는 다음 사항들을 고려해야 한다.

- NCFSI의 유입을 방지를 위해 원재료의 서류가 구비되어 추적가능한지
- 검사와 실험 계획에 NCFSI 식별 과정이 포함되어 있는지
- 상용 부품이 사용된 경우, 검사 및 관리감독 과정에서 부품이 기능 가능한 환경 속에서 본연의 안전 관련 기능을 제대로 수행할 수 있는지 여부에 대해 충분히 증명할 수 있는 절차가 수립되어 있는가 확인한다
- 인수 검사 실패에 CFSI 가능성에 대한 인지 실패도 포함한다.

4.1.6 식별된 NCFSI 관리

구매 절차에 NCFSI 유입되거나, 안전 관련 계통 사용된 사실이 확인되었다면 이를 관리하기 위한 관리대책이 반드시 확립되어 있어야 한다. 일반적으로 이 단계에서 적용되는 관리대책은 기타 부적합 부품이나 서비스에 적용되는 수단과 별반 다르지 않다. 그러나 CFSI 관리에는 다음과 같은 사항이 별도로 고려되어야 한다.

- CFSI나 CFSI로 추정되는 부품이 어디서, 어떻게 보고되었는지에 대한 이해와 지식 (예: 발전소 수정 조치 시스템, 국가 데이터베이스, 국제 데이터베이스)
- CFSI나 CFSI로 추정되는 부품이 발견될 때, 일관된 행동 계획(예: 부품 격리 관리, 재량으로 공급업체나 OEM 접촉하기)을 따라 근본 원인 평가를 목적으로 추가 정보를 습득하여 CFSI로 추정되는 물품을 공급업체에 반환시켜야 할지 신중히 결정한다.
- CFSI로 확인된 부품은 반드시 격리시켜야 하며 공급업체로 반환하지 않는다.
- CFSI 사건은 국가의 법 체제 속에서 경찰이나 사법기관에 회부될 수도 있는 민감한 문제다.
- CFSI가 안전 관련 설비에 설치되었거나 발견되었을 경우 즉각적인 조치를 취하고 인증된 부품으로 교체하는 작업을 통해 안전 성능이 영향 받지 않도록 하고 운전에 대한 제한 조건이나 기술 시방서처럼 관련 인허가 요건에 명시된 대로 조치를 취한다. 또한 운전을 지속하기 위해 운전가능성 평가가 수행되어 하고, 부품이 교체될 때까지 보충 조치를 취해야 한다. 설계 공학을 검토에 반영시켜야 한다.
- 품질보증 프로그램과 관리 프로그램이 명시하는 대로 성능저하 상태를 문서화 해야한다.
- 나머지 업체에 경고를 하는 조항이 관리 프로그램에 포함되어야 한다.

4.2 차후 구매 식별, 평가, 처리 (인수검사 완료 후)

4.2.1 유지보수 활동 관리 감독

NCFSI가 구매 과정에서 확인이 되지 않고 가게처럼 물리적 현장에서 발견된 경우나 이미 계

통에 설치된 경우, 유지보수 담당 직원은 NCSFI를 추가적으로 식별하고 제거해야 한다. 교체 부품과 설치 부품을 비교하는 훈련을 시행하여 담당 직원이 안전 관련 설비의 부품 고장이나 오작동을 식별할 수 있어야 한다. 유지보수 담당 직원이 업무 중 NCSFI를 발견할 확률을 높일 수 있도록 다른 관리책도 개발되어야 한다. 고려 사항은 다음과 같다.

- 노후화로 판명된 부품이 포함되거나 과거 사용되어 CFSFI로 판명된 부품과 비슷한 경우 CFSFI에 대한 경고를 작업 전 브리핑에 포함시킬 것
- 오리엔테이션, 라벨작업, 배치 등의 과정에서 설치된 부품과 교체 부품의 차이점을 식별하고 작업을 시작하기 전 반드시 분리할 것. 이 과정에 부품을 설치할 때 나타나는 차이점에 대한 확인도 포함시켜야 한다.
- NCSFI 식별에 유지보수 활동이 중요하다는 점을 인정하기
- 교체되거나 고장 난 부품을 검사하도록 유지보수 담당 직원을 장려할 것. 특히 설치 초기에 고장난 경우 NCSFI일 가능성을 염두에 두고 고장이 야기할 결과(비정상적 마모, 균열) 조치를 취할 것.

4.2.2 신뢰성과 실험(감시) 프로그램

사업자는 신뢰성과 실험 프로그램을 통해 NCSFI를 발견하고 제거할 수 있다. 신뢰성과 실험 프로그램을 담당하는 직원은 NCSFI 유입 가능성을 염두에 두어야 한다. NCSFI와 관련한 문제는 사소한 신뢰성 문제의 형태로 나타날 수 있다. 프로그램을 개발하고 도입할 때 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

- 설비 성능과 고장의 추세
- 부적합 상태 평가에 설계 엔지니어 (설계 당국)를 포함할 것
- 기능별 능력 (운전가능성 분석) 평가와 노후화 부품 교체 필요성
- 상태 범위 고려
- CSFI를 염두에 두고 면밀한 근본 원인 조사 수행
- 가동 중 고장 (특히 초기 고장)을 평가할 때 공급업체, OEM과 협력해 문제 부품이 부적합 품목인지, 위조품인지 파악할 것
- 운전경험과 조직 교육 프로그램과의 접목
- 원자력 업계의 외부 기관과 관련 정부 기관에 해당 부품이 CFSFI일 가능성과 이에 따르는 안전 위험성을 알림

5. 규제기관의 역할

NEA/CNRA/R(2011)4는 공급업체 감시와 관련하여 규제기관과 사업자 간의 역할 및 책임의 차이점을 명시한다. “사업자는 인가를 받은 시설의 안전과 안전에 영향을 미칠 수 있는 도급업체, 하도급업체의 활동에 우선 책임이 있다. 규제당국은 규제 활동을 통해 사업자가 시설 안전에 대한 책무를 다하고 있는지 확인해야 한다. 사업자의 역할에는 각각의 활동 안전 중요도 정도에 상응하는 수준으로 도급업체, 하도급업체를 감시하는 것도 포함된다.”(7) 업무를 수행하는 과정에서 규제기관은 공급망을 효율적으로 관리하는 사업자의 절차를 우선 평가해야 한다. 여기에는 반드시 사업자 시설에서 CFSI 절차 도입을 검사하거나 검토하는 것이 포함되어야 한다. 본 검토의 목적은 다음과 같다.

- 현장에서 CFSI 절차 도입의 견본 실행
- CFSI 절차 도입에 대한 규제적 기대 수준을 전달
- CFSI 절차 도입에서 발견된 문제점에 대한 피드백을 수집
- 전체 CFSI 절차에 관한 개선점을 찾기

CFSI 절차 검토 결과는 검토팀이 떠나기 전 현장 관리자들과 의논되어야 한다. [27].

다른 규제기관, 국제 기구, 관련 법 집행 기관, 관련 업계 대표자들도 이러한 노력에 동참하여 품질 향상 및 위조 방지 기술정보를 모으고 공유해야 한다. 규제기관 단계에서 장려할 수 있는 방지 수단으로는 1) CFSI 해결을 위한 규제 및 지침 강화, 2) 사업자가 CFSI 프로그램을 효율적으로 도입했는지 여부 확인, 3) 사업자가 적절한 시정조치를 취했고 재발 방지 대책을 수립했는지 여부 확인, 4) 정보 수집, 저장, 내외부 관계자와 정보 공유 5) CFSI 관리를 위한 정해진 기대수준과 프로토콜 갖추기, 6) 국제협력 같은 것들이 있다.

5.1 CFSI 해결을 위한 규제 지침 강화

규제기관의 기본 역할은 안전 성능 저하를 야기할 수 있는 모든 부적합 부품을 발견하고 제거(최소화)하기 위한 감시를 하는 것이다. 이를 달성하기 위해 규제기관은 적절한 법적 도구를 갖추고 있어야 한다. 대부분의 법 체제는 부적합 상태를 발견할 시, 수정을 요구하는 품질 관리 시스템 요건을 포함하고 있다. 규제 근거는 일반적으로 광범위하기에 그 동안의 CFSI 문제를 해결하기 충분하다고 여겨졌다. 하지만 원자력 공급망의 상황이 변화하고 새로운 문제점이 나타나기 시작함에 따라 원자력 시설의 공급망에서 나타난 역동적 변화를 따라잡고 CFSI 문제를 해결하기 위해 추가적인 품질검사 규제나 지침이 필요한 실정이다. 이런 노력에는 다음과 같은 사항이 포함될 수 있다.

- CFSI의 일반적 정의 도출
- 잠재적 CFSI 발견, 새로운 부품이나 교체 부품 검증 등 규제기관의 역할을 명확히 규정하고 CFSI 유입을 방지하기 위한 자세한 요건 수립

- 조직이 공급업체, 하위공급업체에 적용할 적절한 수준의 감시 지침 수립
- CFSI 요건 기록 및 보고를 위한 통일된 기준 확립.
- CFSI 발견 시 이를 제거하기 위한 조치 지침 확립.

규제 당국은 기존의 규제 체재를 평가하여 기존 요건이 새로운 변화 추세를 반영하고 있는지, 현대화에 방해가 되지 않는지 판단하여야 한다. 규제기관은 규제 대상인 개인과 조직이 긍정적인 안전문화를 확립, 준수하고 비용이나 스케줄보다 안전을 우선시할 것이란 기대를 할 수 있다.

5.2 정보 수집, 저장, 공유

IAEA TECDOC-1169[6]에 NCFSI 통제를 위해 기존 품질보증 프로그램을 활용하여 정보를 수집, 공유하는 지침이 명시한다. TECDOC은 “S/CI에 대한 정보를 외부 원자력 기관과 공유한다면 큰 이익을 얻을 수 있다. S/CI 정보 공유는 인적/재정 자원을 절약해준다. 예를 들어 S/CI의 정보를 공유하여 필요한 지식을 얻었다면 시설 운전자는 자신이 속한 원자력 시설에서 자신의 역할과 예상 가능한 사건에 대해 알게 된다. 이후 S/CI로 인해 고장이 발생하더라도 검사와 시정에 필요한 시간을 줄여준다. 공학적 평가와 자원도 검사나 분석 결과 공유를 통해 절약될 수 있다. 많은 기관이 운전 사고, 인수검사, S/CI 식별에 유용한 기타 정보를 저장하는 시스템을 갖고 있다.”[6].

기존 관행을 검토한 결과, 다음과 같이 규제기관이 NCFSI 와 관련해 참고해야 할 사례가 발견되었다.

1. CFSI관련 정보 수집. CFSI 관련 정보 수집은 지역에 국한된 문제일 수 있다. 많은 국가가 CFSI 사용이나 유입을 발견, 보고, 대처할 법이나 요건을 확립하고 있지 않기 때문이다. 이와 달리 미국은 원자력 공급망 내 모든 주체 (설계자, 제작용체, 판매자) 가 NRC와 최종 사용자 (원자력발전소)에게 원자력 시설에 공급된 부품에서 발견된 부적합사항이나 결함에 대해 보고하도록 하고 있다. 이 같은 사례는 모든 국가에서 CFSI 관련 정보를 수집하는데 귀감이 될 수 있다.
2. 수집한 정보 저장과 가공. 부적합 부품과 관련한 정보의 양이 방대하고 지속적으로 증가하고 있기 때문에 현실적으로 정보의 일부만을 활용할 수 있다. 정보와 관련한 운전 경험은 사용자가 쉽게 찾아 받아보고, 사용할 수 있도록 적절히 준비하고 분류되어 사용자 친화적 형태로 가공되어야 한다. 이를 위해 IAEA/NEA 운전 경험 국제 보고 시스템(IRS)와 유럽 운전경험 피드백 클리어링 하우스 데이터 베이스 등 운전경험 교환 저장소가 사용될 수 있다. 예를 들어, CFSI나 공급업체에 관해 정확한 최신 정보를 수집, 유지, 배포하는 인터넷 기반 정보 저장소를 설립할 수 있다. 일부는 이미 사용가능 하거나 (예: DOE web site, <http://hss.energy.gov/csa/csp/sci>) 개발 중에 있다. (예: EPRI 자동 CFSI 데이터 공유 및 가공 시스템) [3,13,26].

3. 수집 정보를 국제사회와 공유. 사건 보고 시스템(the Incident Reporting System)은 안전 관련 비정상적 사건을 보고, 평가, 분석하여 피드백을 제공하며 재발 방지를 위해 정부의 노력을 돕기 위한 국제적인 시스템이다. 이 시스템은 CFSI에 대한 정보를 공유하는 중요한 포럼의 장으로 기능할 수 있다. 그러나 불행히도 현재까지 IRS에 입력된 위조 사건의 수는 매우 적다. NEA와 IAEA는 조항 5.7.6에 “CSFI - Counterfeit, Suspect, Fraudulent Items”을 추가하여 국제 원자력사회에 CSFI를 보고하고 이 자원을 최대한 사용할 수 있도록 장려하려 한다. 해당 조항은 차기 IRST 법 지침 업데이트시 포함될 예정이다[20]. 추가적으로 규제기관은 현재 이용 가능한 CSFI 정보를 주기적으로 검토하여 변화하는 CFSI 추세와 사건에 대응해야 한다. CFSI 경험과 관련 사건으로부터 배운 교훈을 국제적으로 공유하고 함께 검토한다면 많은 이득을 볼 수 있을 것이다. NEA WGOE가 정기적으로 개최하는 CFSI 토론회도 NCFSI 문제에 관한 국제사회의 경험을 공유하는 하나의 수단이 될 수 있다.

5.3 CFSI 관리법

글로벌 공급망을 관리하고 활용하는 것은 투명한 정보 교환, 업계 전문가와의 긴밀한 협력, 정부 기관과 사법기관의 협력이 필요한 매우 복잡하고 큰 노력을 요하는 일이다. 그 동안 CFSI 사건은 사건이 발생한 후 대응하는 방식으로 이루어져 왔다. 그러나 이는 발전하고 있는 기술, 현대화된 공급망을 볼 때 충분치 않다. 규제기관은 현재 사용 가능한 기술을 활용하고, 공동 자원과 역량을 모으고, 다른 업계로부터 교훈을 얻어 변화하는 글로벌 공급망에 대응해야 한다. 일반적으로 가장 좋은 CFSI 방지법은 위조 방지 절차 및 정책, 위조 부품 식별 훈련 프로그램, 외부 소통 절차를 도입하는 것이 될 수 있다[1].

EU는 SToP (Stop Tampering of Products: 물품에 장난치지 말자) 프로그램을 개발했다. 이 프로그램은 제품을 효율적, 안정적으로 검증하는 정보와 네트워크 기반 시스템을 개발하는 것을 목적으로 하며 NCFSI 방지 활동의 좋은 예가 될 수 있다[21]. 본 프로젝트는 RFID(Radio Frequency Identification)와 같은 자동 진품확인 기술을 활용하여 항공 업계 등 다양한 분야에 위조 방지에 적용 가능한 기준과 안전한 RFID 방법과 지침을 제시한다[22]. 이로 인해 위조품을 최대한 빨리 발견하고 공급망에 유입되는 것을 사전에 차단할 수도 있다. 네트워크 기반 솔루션으로, 관계자와 정보를 정렬, 공유할 수도 있다. 위조 관련 문제의 정보 공유를 장려하고 긴밀한 협력을 도모한다. 소비자와의 소통도 개선하여 소비자에게 위험 감소 방법에 대한 교육을 제공할 수 있다.

또한 우주 방위산업과 미 정부가 사용할 수 있는 상세한 권고안을 담은 보고서를 개발 중인 AIA 위조 부품-통합 프로젝트 팀(AIA Counterfeit Parts-Integrated Project Team)을 예로 들 수 있다. 이 보고서는 구매, 보고, 처리, 노후화, 전자 폐기물을 다룬다 [23].

위조 전자 부품의 납입과 설치 방지에 대한 통일된 요건, 관행, 수단을 제공하려는 목적으로 the SAE 기준 AS5553가 수립되었다 [24]. 이 문건은 항공, 우주, 방위, 기타 고성능 전자장비 등 전자 부품을 공급 받는 모든 기관이 사용할 수 있도록 제작되었다. 이 기준의 요건은 제품의 크기, 종류와 상관없이 전자 제품을 사용하는 모든 기관의 사용을 목표로 하고 있다.

5.4 국제 협력

NEA/CNRA/R(2011)4에는 다음과 같이 명시되어 있다. “계약 서비스가 변화하고 사업자가 감시 구매 관행을 변경함에 따라 규제 당국도 지속적으로 변화하는 사업자의 관행과 국제화되는 공급망에 효율적으로 대응할 태세를 갖추어야 한다. 감시 프로세스의 개선은 현재 많은 규제 당국이 지원하는 설계, 규제, 기준, 품질요건의 통일화 작업을 촉진할 수 있다. 검사 결과, 운전 건설 경험, 교훈, 하위 계약업체 제품과 서비스, 위조품이나 기준 미 충족 제품 정보의 신속한 식별과 커뮤니케이션에 관한 정보수집 및 배포를 통한 규제기관간 국제협력의 증가가 매우 중요한 역할을 한다. 이러한 노력은 규제 독립성의 훼손 없이 모든 국가의 규제 효율성을 증진시킬 것이다[7].

다국적 설계 평가 프로그램 (MDEP)과 공급자 검사 협력 실무단 (Vendor Inspection Co-operation Working Group)의 자원을 활용하여 규제기관이 글로벌 공급업체를 효율적으로 감시, 검사하는데 드러난 국제적 방해 장벽을 해소할 수 있어야 한다. 현재까지의 작업을 바탕으로 규제기관은 판매업자의 검사 결과를 검토하여 규제 범위, 판매업자가 발견한 문제점, 사업자에 영향을 미칠 수 있는 취약한 부분을 이해할 수 있다. 규제기관은 실무단 활동에 적극적으로 참여해야 한다.

5.5 대응 방안

기관간 효율적인 협력은 관련 사범 기관까지 확장되어 외부 압력으로 인해 국민의 건강과 환경을 보호하는 규제 활동이 이에 영향 받지 않도록 해야 한다. 규제기관은 현재까지의 조약, 프로토콜을 검토하고 원자력 규제기관과 사범기관의 협력을 활용하여, 위조 사건을 방지, 처벌할 수 있는 방법을 이해해야 한다. 커뮤니케이션 통로와 프로토콜을 국가 내 설립한다면 이 목표를 달성하기 위해 필요한 조치를 상당 부분 진척시킬 수 있을 것이다.

6. 결론 및 권고

상업용 원자력산업계에 적용되었을 때 “품질보증”라는 용어는 공급된 부품, 구조물 등이 정상 운전 조건 및 사고 조건 하에서 만족할만한 수준으로 기능하는지 확인하고 신뢰성을 보장하는 다양한 활동을 포괄한다. 부품의 복잡성 정도와 출처를 고려했을 때 상당한 수준의 신뢰성을 달성하는 것은 매우 어려운 일이다. 관련 위험은 효율적인 공급업체 선정, 공급업체 활동, 공급업체 감시 프로그램을 통해 통제될 수 있다. 각 공급업체는 부품의 품질을 확인하고 기록하기 위해 이전의 업체에 의존하는 경우가 많다. 자연히 부품이 기술, 품질 요건을 충족하는지 확인하기 위해 다른 단계의 공급업체가 순서대로 납입 검사를 수행하게 된다. 부품에 첨부된 문서가 공급업체의 결정에 지대한 영향을 미치지만, 부품의 품질은 오로지 인증 절차를 통해서만 확인될 수 있다. 공급망의 신뢰성이 검증되면 될수록, 문서의 신뢰성도 향상될 것이다. 위조품처럼 관련 절차를 위반한 경우, 프로그램에 대한 신뢰도 함께 상실되며 정상조건이나 사고조건에서 수행할 본연의 기능을 상실할 확률도 상승한다.

진실한 공급업체와 조작 의도가 있는 공급업체가 공급한 부품의 성능이 모두 좋지 않다 하더라도 이들 부품에는 차이가 있다. 이들 부품의 해결법이 다르기 때문이다. 검증된 공급업체의 부품 성능이 부실한 경우 이를 기존의 부품 성능을 향상시키기 위한 반면교사로 삼을 수 있다. 그러나 위조를 효율적으로 방지하려면 인식 제고, 기술 향상, 발견 수법 개선, 관련자간의 협력을 통해 신속하고 정확한 식별 기술을 개발해야 한다.

현재 상업 원자력계에서는 안전 관련 설비와 관련하여 CFSI가 발견되고 있지 않다. 그러나 새로운 원자로 건설로 인한 원자력 부품 수요 증가와 세계화된 공급망이 가진 단점을 고려해 볼 때 현 시점에서 규제당국과 업계가 CFSI 해결을 위해 함께 힘써야 한다.

요점(Key Messages) :

1. NCFSI 는 원자력 업계에 심각한 위협이다.
2. 규제 당국과 사업자는 CFSI의 본질에 대해 이해해야 한다.
3. 구매 및 부적합 재료 통제를 위해 기존 사업자 품질 관리 시스템 관리를 강화하고, CFSI 고의적 반입과 위조 기술 발달 문제를 해결해야 한다. 원자력 공급망 내 CFSI 차단을 위해 공급망 전체와 사업자 관리 시스템에 추가적인 관리 수단이 도입되어야 한다. 구매, 재료, 운전, 유지보수, 엔지니어링 절차 관리가 통제 그 예이다.
4. 규제기관은 NCFSI가 원자력 안전에 미칠 수 있는 영향에 대해 이해하고 변화 추세에 맞추어 요건을 검토, 수정 해야 한다.

5. 규제기관, 사업자간 NCFSI 관련 정보 교환은 원자력 업계는 물론 원자력 업계에 속하지 않은 외부 기관과의 장려되어야 한다.

권고(Recommendations) :

1. 규제 당국은 NCFSI가 현재 규제 요건에 미치는 영향에 대해 고려하고 필요하다면 요건을 개정해야 한다.
2. 규제 당국은 NCFSI 검증 프로그램을 관리하는 수단도 고려해야 한다.
3. MDEP/VICWG는 실무단의 임무 선상에서 CFSI 해결 방안을 고려해야 한다.
4. NEA CNRA 검사 관행 워킹그룹(Working Group on Inspection Practices)과 운전경험 워킹그룹 (Working Group on Operating Experience)은 그룹의 권한 내에서 국제 원자력 사회가 원자력 공급망에 유입된 CFSI 문제를 해결할 수 있는 방안에 대해 주기적으로 검토해야 한다.
5. The NEA CNRA WGOE는 운전경험 데이터 베이스 (국내, 국외 데이터베이스)를 이용해 CFSI를 보고할 기준을 개발해야 한다.

7. References

1	Defense Industrial Base Assessment: Counterfeit Electronics	U.S. DOC -Bureau of Industry And Security, Office of Technology Evaluation "http://www.bis.doc.gov/defenseindustrialbasepr" http://www.bis.doc.gov/defenseindustrialbaseprograms/osies/defmarketresearchrpts/final_counterfeit_electronics_report.pdf	January 2010
2	Statistics of customs detentions recorded at the external borders of the EU	"http://ec.europa.eu/taxation_customs/customs/c" http://ec.europa.eu/taxation_customs/customs/customs_controls/counterfeit_piracy/statistics/	7/14/2011 Report published in 2012
3	Plant Support Engineering: Counterfeit, Fraudulent, and Substandard Items - Managing the Increasing Risk	EPRI 1019163 "http://operatingexperience.doe-" http://operatingexperience.doe-hss.wikispaces.net/file/view/EPRI+Plant+Support+Engineering-Counterfeit,+Fraudulent,+and+Substandard+Items+200910.pdf	10/27/2009 Date on publication is October 2009
4	An Agencywide Approach To Counterfeit, Fraudulent, and Suspect Items, SECY-11-0154	US NRC Office of New Reactors CFSI Working Group ML112130293 "http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1122/ML112" http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1122/ML112200150.pdf	10/28/2011
5	Defense Supplier Base - DOD Should Leverage Ongoing Initiative in Developing Its Program to Mitigate Risk of Counterfeit Parts	U.S. Government Accountability Office (GAO) - Report to Congressional Requesters, GAO-10-389. "http://www.gao.gov/assets/310/302313.pdf" http://www.gao.gov/assets/310/302313.pdf	29 Mar. 2010
6	Managing suspect and counterfeit items in the nuclear industry	International Atomic Energy Agency IAEA - TECDOC-1169 "http://www-" http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_1169_prn.pdf	August 2000
7	The Nuclear Regulator's Role in Assessing Licensee Oversight of Vendor and Other Contracted Services	Nuclear Regulation NEA/CNRA/R(2011)4 "http://www.oecd-nea.org/nsd/docs/2011/cnra-" http://www.oecd-nea.org/nsd/docs/2011/cnra-r2011-4.pdf	2011
8	Ziedelis, S., Noel, M. M. Quality of Supplied Components: Impact to Nuclear Safety.	ATW - International Journal for Nuclear Power, No. 10, p. p. 558-563	October 2011 PDF no on- line
9	Ziedelis, S. Events Related to the Supply of Npp Components.	Topical Operational Experience Report EC DG JRC - Institute for Energy and Transport, SPNR/CLEAR/11 11 003.	2012
10	The Management System for Facilities and Activities	IAEA Safety Standards Series No. GS-R-3. IAEA, Vienna "http://www-" http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1252_web.pdf	2006.
11	The management system for nuclear installations.	IAEA Safety Standards Series No. GS-G-3.5. Vienna: IAEA "http://www-" http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1392_web.pdf	2009
12	Code and Safety Guides on Quality Assurance for Safety in Nuclear Power Plants and other Nuclear Installations.This was superseded by GS-R-3 (http://wwwpub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1252_web.pdf) and associated safety guides in 2006	IAEA Safety Series 50-C/SG-Q. IAEA, Vienna (not on-line)	1996

13	Operating Experience Report: Counterfeit, Suspect and Fraudulent Items	OECD NEA/CNRA/R(2011)9, Working Group on Operating Experience "http://www.oecd-nea.org/nsd/docs/2011/cnra-" http://www.oecd-nea.org/nsd/docs/2011/cnra-r2011-9.pdf	17 October 2011
14	Non-conformance Control and Corrective Actions GS-G-3.1 "http://www-" http://www-pub.iaea.org/MTCDC/publications/PDF/Pub1253_web.pdf supersedes Safety Series No. 50-SG-Q1-Q7	A Safety Guide, Safety Series No. 50-SG-Q2, IAEA (not on-line)	1996
15	Quality Assurance in Procurement of Items and Services GS-G-3.1 "http://www-" http://www-pub.iaea.org/MTCDC/publications/PDF/Pub1253_web.pdf supersedes Safety Series No. 50-SG-Q1-Q7	A Safety Guide, Safety Series No. 50-SG-Q6, IAEA (not on-line)	1996
16	Management of Procurement Activities in a Nuclear Installation	IAEA-TECDOC-919 "http://www-" http://www-pub.iaea.org/MTCDC/publications/PDF/te_919_web.pdf	1996
17	Inspection and Testing for Acceptance GS-G-3.1 "http://www-" http://www-pub.iaea.org/MTCDC/publications/PDF/Pub1253_web.pdf supersedes Safety Series No. 50-SG-Q1-Q7	A Safety Guide, Safety Series No. 50-SG-Q4, IAEA (not on-line)	1996
18	Actions to Improve the Detection of Counterfeit and Fraudulently Marketed Products	US NRC Generic Letter 89-02 "http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-" http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/gen-comm/gen-letters/1989/gl89002.html	1989
19	Possible Indications of Misrepresented Vendor Products	US NRC Information Notice NO. 89-70, supplement 1 ML031180470 "http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML0311/ML031180470.pdf" http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML0311/ML031180470.pdf	1990
20	Manual for IRSCoding. Joint IAEA/NEA International Reporting System for Operating Experience	IAEA Services Series No. 20 HYPERLINK "http://www-" http://www-pub.iaea.org/MTCDC/publications/PDF/svs_020_web.pdf	February 2011
21	SToP - Stop Tampering of Products	EU 6th Framework Programme. Specific Targeted Research Project (STREP). "http://www.stop-project.eu/" http://www.stop-project.eu/	2006-2009
22	Kheiravar S. SToP Tampering of Products in Aviation Industry. (Design a practical guideline for choosing an appropriate RFID system for anti-counterfeiting in the aviation industry)	Master Thesis. University College of Borås "http://bada.hb.se/bitstream/2320/4122/1/SaraKh" http://bada.hb.se/bitstream/2320/4122/1/SaraKheiravar.pdf	12/2008
23	Counterfeit Parts: Increasing Awareness and Developing Countermeasures	A special report of AIA - Aerospace Industry Association http://www.aia-aerospace.org/assets/counterfeit-web1.pdf	March 2011

24	Counterfeit Electronic Parts Avoidance, Detection, Mitigation, and Disposition "http://standards.sae.org/as5553/" http://standards.sae.org/as5553/ (can be downloaded for \$66)	SAE standard AS5553	2009-04-02
25	Abel J., et al. Anti-counterfeiting and Brand Protection (ABP) Workshop - password protected "http://www.industrycortex.com/datasheet" http://www.industrycortex.com/datasheet/s/profile/506261820/anti-counterfeiting-and-brand-protection-workshop	ARC Advisory group. " http://www.arcweb.com/ " www.arcweb.com	2010
26	Control of Suspect/ Counterfeit Items. Manual	ESHQ document TFC-ESHQ-Q_C-C-03, REV C-9 "http://www.hanford.gov/tocpmm/files.cfm/PM" http://www.hanford.gov/tocpmm/files.cfm/PM M ESHQ-Q_C-C-03.pdf	February 10, 2012
27	Process Guide for the Identification and Disposition of Suspect/Counterfeit or Defective Items at Department of Energy Facilities	US. Department of Energy "http://www.hss.doe.gov/sesa/corporatesafety/sc" http://www.hss.doe.gov/sesa/corporatesafety/sc i/SC-IGuide.pdf	November 2004
28	U.S. Nuclear Regulatory Commission Safety Culture Policy Statement	U.S. NRC NUREG/BR-0500 "http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1116/ML111" http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1116/ML111 65A021.pdf	June 2011
29	Safety Series No.75-INSAG-4, Safety Culture A report by the International Nuclear Safety Advisory Group	IAEA INSAG-4 "http://www-/" http://www-pub.iaea.org/MTC/publications/PDF/Pub882_web.pdf	1991

ANNEX: COMMENDABLE PRACTICES

1. 위조 부품은 본질적으로 성능이 불확실하기 때문에 부품을 제거하고 빠른 시일 내에 인증된 제품으로 교환해야 한다.
2. 위조품이 원자력업계 공급망에 포함되는 것을 방지하기 위해 새로운 정보를 지속적으로 수집해야 하며 관련 정보를 구매 및 품질 담당 직원을 대상으로 하는 교육 프로그램에 포함해야 한다. 국내 기관, 사법 기관, 제조업 무역 기관이 제공한 외부 정보에도 최신 위조 방지 기술을 반영하여 교육 프로그램을 강화해야 한다. 다른 업계와의 협력을 통해 보다 관련성 있는 정보를 습득할 수 있다.
3. 업계 관계자 및 규제기관 모두에게 CSFI 교육을 제공하는 것은 원자력 발전소의 안전에 영향을 미칠 위조품을 방지하고 발견할 수 있는 중요 핵심이다. 그러나 교육은 항만 근무자나 품질 보증 검사관 등에만 제한적으로 제공되는 것이 아니라, 설계, 운전, 유지보수 등 전 과정의 구매 관리 관계자에게도 제공되어야 한다. 원자력 업계에 한정된 규정으로 용역 제공의 차이점과 특수성을 이해시키기 위해 업계에 새로 진출한 공급업자를 대상으로도 교육을 제공해야 한다. CSFI 교육은 CSFI 발견을 위한 개인의 역할과 책임을 명확히 규정해야 한다. 세부 교육은 다음을 포함해야 한다.
 - 설치된 CSFI 발견하기
 - 구매 및 검증과정에서 CSFI 발견하기
 - 구매과정 중에 CSFI 정보 활용하기
 - 부품 고장 시 미발견 CSFI 원인으로 고려해보기
4. NCFSI의 효율적 규제 관리를 위해 제품 설계 접근, 제조 시설.
보안 등 사업자 및 공급업자의 내부 프로세스를 정기적으로 평가하기 위한 기준을 마련해야 한다. CSFI 관련 정보를 수집, 저장, 편집하며 국제사회와 공유해야 한다. 이를 위해 운전경험국제보고시스템 (International Reporting System for Operating Experience, IRS)를 활용할 수 있다. 현재 해당 시스템에 "CSFI-Counterfeit, Suspect, Fraudulent Items" 조항이 추가되어 보고를 장려하고 국제 원자력사회가 해당 정보를 최대한 활용할 수 있도록 하고 있다. 규제기관 단계에 활용되어야 할 방지책은 다음과 같다.
 - 1) CSFI의 명쾌한 해결을 위한 규제 및 지침 강화
 - 2) 사업자가 CSFI 프로그램을 효율적으로 도입할 수 있도록 보장
 - 3) 재발 방지를 위해 사업자가 적절한 조치를 취했는지 확인
 - 4) 정보 수집, 저장, 내·외부 관계자와 공유
 - 5) CSFI 관리를 위해 정해진 기대수준과 프로토콜을 갖출 것
 - 6) 국제 협력원자력 시설의 공급망의 현 역학관계를 다루기 위해, CSFI 문제를 보다 명쾌히 해결하기 위

한 QA 규제나 지침을 개발하는 것이 필요하다. 예시는 다음과 같다.

- CFSI에 대한 명확한 정의 개발
- 잠재적 CFSI 발견, 새로운 부품이나 교체 부품 검증 등 규제기관의 역할을 명확히 규정하고 CFSI 유입을 방지하기 위한 자세한 요건 수립
- 조직이 공급업체, 하위공급업체에 적용해야 하는 적절한 수준의 감시 지침 개발
- CFSI 요건 기록 및 보고를 위한 통일된 기준 확립
- CFSI 발견 시 이를 제거하기 위한 조치 지침 확립

5. 공급업체 선정 절차 중, 공급업체를 평가하는데 CFSI가 반드시 포함되어야 한다. 공급업체의 QA 직원이 CFSI 식별 훈련을 받았는지 평가하는 것이 그 예이다. 선정된 공급업체가 NCFSI를 발견, 제거하고, 다른 CFSI를 발견하기 위해 공급망 상하로 CFSI 발견을 알리며, 관리법의 효율성을 평가받고, 구매 대행 업체 등 공급업체 및 하위 공급업체의 평가를 위해 감사나 검사를 받고, 이를 위해 시설의 접근을 허용할 것을 계약서 조항에 포함해야 한다. 다른 방법으로 독립 공급업체에게 물품을 구매할 경우 내외부 검증 및 실험 요건이나 부품 적합성 확인서, 진품 확인서 제출 절차 등을 수립하는 것이 있다. 노후화, 스케줄, 기타 이유로 대체 공급원이 사용되어야 할 경우, 구매품은 반드시 '위험'으로 분류되어 진품을 확인하기 위한 적절한 예방책이 수행될 수 있어야 한다. 인정된 품질 기준에 부합하는 조직을 활용하는 것이 일관성 유지에 도움될 것이다. 일부 국가에서 발견된 귀감이 될 만한 사례는 바로 다수 사업자가 현명한 고객으로 행동하며 공급업체 감사 및 감시, 인수검사, 실험, NCFSI 데이터베이스 등을 공유했다는 것이다. 이런 방식으로 효율적, 지속적으로 공급망을 감시하고 NCFSI 정보를 공유할 수 있는 더 큰 자원을 형성할 수 있다.

6. 공급업체의 입찰 신청서를 평가할 때 고려해야 할 요소는 다음과 같다.

- 구매가 “위험성”이 있거나 “단발성”인지의 여부, 일반적이지 않은 부품이나 서비스인지 여부
- 정규 공급망 내 단발성 구매 관련 공급업체와의 지속적인 연계 경험
- CFSI에 관한 우려사항이 모든 공급업체에 전달되었는지의 여부
- 공급업체가 CFSI 방지 정책과 프로그램을 품질 보증 프로그램에 포함시켰는지 여부
- 다른 부품의 정가보다 매우 낮은 가격으로 입찰을 하는 등 공급업체가 CFSI를 공급하고 있지 않은지 증후 면밀히 살피기. 비슷한 예로 다른 입찰자보다 현저히 빠른 납기를 제시할 경우 CFSI 위험성을 나타낼 수 있다.
- 부적합 상태 관리 절차를 통해 사업자가 기술 사양서 변경을 확인 하는 것은 NCFSI의 유입 확률을 증가시키므로 설계 및 구매 관련자가 구매된 물품이 관련 요건을 충족하는지 확인하는 절차가 필요하다.
- 구매업자, 구매 대행업체, 계약 협상자는 CFSI에 대해 반드시 인지하고 있어야 함.
- CFSI에 관한 절차나 운전 경험을 선정 절차에 반영시킬 것. 공급업체의 자격 유지를 위해 과거의 운전 경험 등을 발굴하고 사용할 것.

7. 사업자는 적절한 원자력 안전문화를 사업자 조직 내에 확립하고 공급망 전체에 안전문화 확립을 도모할 책임이 있다.
8. 현명한 고객이 되기 위해서는 무엇이 필요한지, 깊은 수준의 지식과 무엇이 필요한지, 구매된 물품에 대한 요건은 무엇인지, 공급업체가 요건을 충족했는지 잘 이해하고 있어야 한다. 사업자는 원자력 안전에 대한 최우선 책임을 지고 있는 현명한 고객으로서 원자력 공급망 전체가 현명한 고객이란 어떤 것인가를 이해할 수 있도록 공급망의 필수 요소들과 커뮤니케이션해야 한다(예: 계약서 문건을 통해 혹은 공급업체에 대한 주기적 감사를 통해). 사업자가 원자력 안전에 대한 의무를 수행할 때 공급망 전체 주체가 기술, 품질 기준을 충족시키고 있는지 확인해야 한다. 사업자, 판매자, 공급업체는 NCFSI의 위협을 이해하고 적절한 훈련 프로그램을 수립해야 한다.
9. 현명한 공급업체는 부품에 대해 어떤 요건이 있는지, 요건 미 충족시 어떤 결과가 초래될 수 있는지 잘 이해하고 있어야 한다.
10. 공급업체는 고유의 공급망이 있을 수 있기 때문에 절차를 철저히 지켜 공급된 물품에 NCFSI가 유입되지 않도록 지속적인 감시를 할 필요가 있다.
11. NCFSI의 유입 방지와 제거에 대해 개인이 갖고 있는 지식과 경험은 지식관리 시스템에 저장되어야 한다. IAEA도 지식관리에 대한 프로그램과 지침을 수립한 바 있으며[1], 이는 NCFSI에 관한 지식과 경험을 공유하고 습득하는데 사용되어야 할 것이다.
12. CFSI 관리에 있어 고려해야 할 추가적인 요소는 다음과 같다.
 - 어디서 어떻게 CFSI나 CFSI로 추정되는 부품이 보고되었는지에 대한 이해와 지식 (예: 발전소 수정 조치 시스템, 국가 데이터베이스, 국제 데이터베이스)
 - CFSI나 CFSI로 추정되는 부품이 발견될 때마다 일관된 행동 계획(예: 부품 격리 관리, 재량적으로 공급업체나 OEM 접촉하기)을 따라 근본 원인을 평가하기 위한 목적으로 추가적인 정보를 습득하며 CFSI로 추정되는 물품을 공급업체에 반환시켜야 할지 신중히 결정한다.

CFSI로 확인된 부품은 반드시 격리시키며 공급업체로 반환하지 않는다.
 - 국가 법 체제 속에서 CFSI 사건이 경찰이나 사법기관에 회부될 수도 있는 민감성
 - CFSI가 안전 관련 설비에 설치되었거나 발견되었을 경우 즉각적인 조치를 취하고 검증된 부품으로 교체하는 작업으로 인해 안전 성능이 영향 받지 않도록 하며 관련 발전소에 대한 인허가 요건에 명시된 대로 조치를 취할 것. (예: 운전에 대한 제한 조건이나 TS에 명시된 조치 등) 지속 운전을 하기 위해 운전가능성 평가가 수행되어 한다. 부품이 교체될 때까지 보충 조치를 취해야 한다. 설계 공학을 검토에 반영시켜야 한다.
 - QA 프로그램, 관리 프로그램이 명시하는 대로 성능저하 상태를 문서 기록해야 한다.
 - 나머지 업체에 경고를 하는 조항이 관리 프로그램에 포함되어야 한다.