

원전 화재안전의 법적 규제 동향



이 우 호
한국원자력안전기술원
월성원전
프로젝트매니저·박사

목 차

1. 머리말
2. 규제 현황
3. 맺는 말

1. 머리말

원자력발전소 화재사고는 일반 건물이나 산업설비의 화재사고와는 달리 외부 환경의 방사능 오염 등과 같은 추가적인 재해가 발생할 수 있으므로 원전 안전성 관점에서 매우 중요하다. 이는 많은 원전의 확률론적 화재위험도분석 결과 화재사고에 의한 노심손상확률이 다른 어떠한 설계 기준사고(지진사고 및 내부의 기기고장으로 인한 사고)보다도 높게 나타나고 있다는 사실로써 알 수 있다.

화재방호계통은 화재발생시 화재로 인하여 원자로 안전정지에 필요한 기능이 방해받지 않고 환경으로의 방사능누출 위험성이 최소화되도록 함이 궁극적인 목적이므로, 원전 안전 관련 기기들에 대한 화재의 위험이나 부수적인 영향에 대하여 심층방어개념을 채택하고 있다.



국내 원전 화재방호계통은 원자력법 제12조(허가기준)의 2항 및 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제13조(화재에 의한 손상의 방지)에 법적 근거를 두어 인허가 심사 및 검사를 수행하고 있으며, 화재방호계통의 기술기준은 해당 원전 기술도입국의 기술기준과 국내 소방법 및 관련 법규, KEPIC(전력산업기술기준)에 따라 설계, 설치 및 운영되고 있다.

원전 사업자는 각 발전소마다 “화재방호계획서”를 수립, 운영하고 있으며, 동 계획서의 이행을 위한 세부 절차를 수립하여 화재방호계통을 주기적으로 점검하고 있다.

원전의 화재안전 기술기준 강화사례를 살펴보면, 1975년 미국의 Browns Ferry 발전소 화재 사고 이전에는 화재위험과 원전안전성의 상관관계가 그다지 중요하게 인식되지 않았기 때문에 원전 안전성에 관련된 기본 요건에 화재방호설계가 체계적으로 반영되지 않았고, 설계기준사고에도 화재사고가 고려되지 않았다. 그러나 Browns Ferry 발전소 화재사고를 계기로 미국은 원전 화재 사고시 원전에 미치는 영향을 전면적으로 재검토하여 체계적인 원전 화재방호 설계기준(10CFR50 App.R의 화재방호계획 및 BTP CMEB 9.5-1의 원자력발전소 화재방호지침)을 마련하여 원전 화재방호계통의 설계에 적용하고 있다.

우리나라 경수로형 원전의 경우 70년대에 상업운전을 시작한 고리 1,2호기는 영국의 BS Code를 적용하였고, 울진 1,2호기는 프랑스의 RCC-I(1981)을 적용하였으며 고리 3,4호기부터 미국의 연방규제법인 10CFR50 App.R 및 10CFR50.48과 규제지침인 BTP CMEB 9.5-1가 적용되었다. 또한, 한국형 원자로인 영광 3,4호기부터 화재방호 설계 및 분석기술을 미국에서 전수받아 미국의 설계요건을 중심으로 화재방호 설계업무를 수행해오고 있다. CANDU형 원전은 기술도입국의 기술기준에 따라 캐나다의 CAN/

CSA-N293-M87 Code와 SDG-005를 적용하고 있으나, 구체적인 요건은 경수로와 일부 차이를 가지고 있다.

2. 규제 현황

한국원자력안전기술원은 원자력법 제111조(권한의 위탁)와 동법 시행령 제303조(수탁기관의 구분 등)에 근거하여 과학기술부로부터 업무를 위탁받아 운전중인 원전 16기의 화재방호 관련 안전심사(운영허가 변경사항 심사)와 규제검사(정기검사)를 수행하고 있고, 건설중인 원전 4기의 안전심사(운영허가 심사)와 규제검사(사용 전 검사)를 다음과 같이 수행하고 있다.

가. 안전심사

안전심사에는 건설허가를 위한 예비안전성분석보고서(PSAR) 심사와 운영허가를 위한 최종 안전성분석보고서(FSAR) 심사가 있다. 국내 원전 화재방호계통은 원자력법 제12조(건설 허가기준)의 2항 및 제21조(운영 허가기준)의 2항과 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제13조(화재에 의한 손상의 방지)에 법적 근거를 두어 한국원자력안전기술원의 경수로형 원전 안전심사지침에 따라 심사를 수행하고 있으며 원전 화재방호계통에 적용되는 규제요건은 다음과 같다.

- 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제13조(화재에 의한 손상의 방지)
- 소방관련법규
 - 소방법, 시행령, 시행규칙
 - 소방시설기준에 관한 규칙
- 건축관련법규
 - 건축법, 시행령, 시행규칙
- 미국의 연방규제법 및 규제요건
 - 10CFR50 Sec. 50.48, “Fire Protection”
 - 10CFR50 App.A, GDC 3, “Fire

Protection”

- 10CFR50 App.R, “Fire Protection Program for Nuclear Power Facilities Operating Prior to January 1”, 1979
- US NRC BTP CMEB 9.5-1, “Guidelines for Fire Protection for Nuclear Power Plants”
- US NRC Reg. Guide 1.120, “Fire Protection Guidelines for Nuclear Power Plants”
- 캐나다의 CAN/CSA-N293-M87, “Fire Protection for CANDU Nuclear Power Plants”(월성 원전 적용)
- 프랑스의 RCC-1, ‘Design and Construction Rules for Fire Protection in PWR Nuclear Power Plants’(울진 1,2 호기 적용)
- NFPA NFC(National Fire Code)

주요 심사내용은 설계기준, 계통상세설계, 화재위험도분석 및 원자로안전정지분석을 통한 안전성 평가, 주기시험 및 검사, 소방대원 자격 및 훈련 등에 대한 사항을 검토하고, 원자력발전소 화재방호지침에 따라 전반적인 화재방호계획에 관해 아래와 같은 사항을 검토한다.

- 화재방호계획상의 인원편성과 발전소 책임자급의 책임범위, 화재방호 관련 행정관리와 품질보증계획, 소방대 훈련계획과 발전소 소화작업시 외부 소방대의 지원 등을 포함하는 전반적인 화재방호계획 요건
- 발전소 전체지역에서 안전성관련 지역의 화재위험성 및 원자로 안전정지능력을 유지하고 환경으로의 방사능 누출을 최소화하는 것과 관련된 기상화재 영향 평가
- 발전소의 배치설계, 대피통로, 설비의 배열 그리고 다중 안전계통의 분리 또는 격리에

관련되는 구조설계적 특성과 화재감지/소화방법 화재위험물질의 통제, 내화재, 불연성자재의 사용, 바닥배수, 환기, 비상용 조명 및 통신계통을 위한 방법

- 안전성관련계통 설비를 보호하기 위한 화재방호계획의 적합성을 입증하기 위하여 안전성분석보고서에 기술된 화재감지, 경보, 진압설비, 관리 및 소화계통 등의 소방계통기능
- 설비의 다중성개념을 가진 화재방호계통 배관 및 계측계통도(P&ID) 화재방호계획의 설계기준과 고장형태 및 영향분석
- 동일부지에 다수호기의 발전소가 있는 경우, 기존 발전소에 대한 인접 발전소의 건설에 따른 추가적인 화재방호규정에 관하여 화재방호설비의 건전성 및 운전기능성 확인
- 다중계통 혹은 안전정지계통들의 상호간 거리가 6.1m(20 feet) 이하인 경우, 안전정지 기능에 필요한 기기의 목록을 검토하고 계통 및 기기의 배치계획 검토와 격리관점에서 오류가 있는지를 조사하기 위한 화재방호조치의 검토

원자력안전기술원은 질의를 통해 사업자의 답변을 듣고 충분한 협의를 거쳐 화재방호계통의 신뢰성과 건전성을 확인하며, 심사결과에 따라 허가여부를 결정한다.

나. 규제검사

규제검사에는 건설중인 원전에 수행하는 사용 전 검사와 운전중인 원전에 주기적으로 수행하는 정기검사가 있다.

(1) 사용 전 검사

화재방호설비의 사용 전 검사 주요 대상은 소방펌프, 스프링클러 소화설비, 관련 배관 및 밸브, 이산화탄소 소화설비, 청정소화약제 소화설비, 포 소화설비, 화재감지기, 화재경보설비 등이다. 검

사는 설치기록 검토 및 기능시험 입회 등의 방법으로 수행하며 문제점이 발견될 경우에는 행정절차를 통하여 시정 조치토록 유도한다. 최종적으로 기능상 건전성이 확인되면 운영이 허가된다.

(2) 정기검사

운전중인 경수로원전 12기와 중수로원전 4기 및 핵주기 관련시설에 대하여 계획예방정비(20개월 이내에 각 원전별로 실시)시마다 정기검사를 실시한다.

화재방호시스템의 검사내용은 화재방호계획의 전반적인 내용 검토, 살수 및 스프링클러의 외관 및 작동 기능, 소방펌프 연료유 주기점검, 휴대용 소화기 상태 점검, 소방설비시스템 백브동작시험, 소방설비시스템 소방펌프 점검 및 백브 배열상태 확인, 소화전 유량, 압력변화 측정 및 호스 수압시험, 소방설비시스템 자동작동시험 및 관련 설비 육안점검, 이산화탄소 소방시스템 기능 및 저장탱크 수위점검, 방화문 점검, 포말소화시스템 점검, 비상호흡 및 방호장비 주기점검, 소방설비시스템 세정 등이다.

검사는 서류검토, 시험입회 및 사업자와의 면담을 통하여 수행하며, 화재방호시스템이 기술기준에 적합하게 운영되고 있고 그 성능이 사용 전 검사의 규정 검사에 합격한 상태로 유지되고 있는지를 확인한다.

3. 맺는 말

원전 화재방호시스템의 설계 및 규제요건과 기술수준이 향상되고 관련 장비의 신뢰성이 점진적으로 향상되어 왔으나, 원전의 안전성 확보를 위해 다음 사항에 중점을 두어 화재방호시스템의 심사 및 검사를 수행할 예정이다.

(1) 발전소 안전성에 중요한 역할을 하는 구조물이나 계통, 기기 등은 다른 안전기준에 따라 화재, 폭발로 인한 영향과 가능성을 최소화할 수 있도록 설계 및 배치되었는지 여부.

(2) 안전성관련계통은 가능한 한 불연성 및 내열성 자재가 사용되고 화재로 인한 피해를 최소화할 수 있도록 적당한 용량과 능력을 가진 화재감지/진압설비의 설치상태.

(3) 화재방호시스템의 고장, 파손, 예기치 않은 작동으로 인하여 기기, 구조물 및 계통이 안전정지기능을 수행하는데 지장이 발생할지의 여부.

(4) 화재방호계획의 기술기준 만족여부, 관련 시험 및 점검절차서의 이행상태, 평상시 교육 및 훈련의 이행 여부.

향후 원자력안전기술원은 각종 화재방호 기술기준의 검토 및 발전소 규제요건의 현황을 지속적으로 파악하여 우리의 여건에 적합하도록 화재방호시스템 검사지침을 개선하여 합리적이고 효율적인 규제를 통하여 원전의 안전성을 향상시킬 예정이다.

또한 기술도입국의 기술기준에 따라 인·허가된 초기의 발전소들은 부분적으로 개선이 가능한 설비에 대해서 장기적인 계획을 수립하여 점진적으로 개선하는 방향으로 유도하고자 한다.

원전 화재방호의 신뢰성 및 안전성은 규제기관, 원전 사업자, 관련 협회 및 관련 기관 모두가 함께 노력할 때 확보될 수 있을 것이다.

