

C-01

원자력발전소 화재진압대책 개선 방안

박준현, 오승준*

한국전력공사 전력연구원, (주)케이엠이엔터*

Improvements of Pre-Fire Plan for Nuclear Power Plants

Jun-Hyun Park, Seung-Jun Oh*

Korea Electric Power Research Institute

*Knowledge Management Engineering & Technology, Inc.**

1. 서론

원자력발전소 화재방호에는 다음과 같은 심층방어 개념이 적용된다.

- 1단계 : 화재 발생을 방지
- 2단계 : 화재가 발생하면 신속히 감지하고 진화하여 손실을 최소화
- 3단계 : 발전소 안전정지 필수 기능을 유지하여 방사선 외부 누출 방지

심층방어 개념은 설계 단계에서 뿐만 아니라 기기, 사람 및 절차의 3가지 요소에 의존하는 정비, 운영 및 관리 단계에서도 이를 적용하면 효과적인 방어가 가능하다. 이러한 이유 때문에 원자력발전소 화재방호계획서에는 심층방어 개념이 반영되어 작성할 것을 규정하고 있다.¹⁾ 화재방호계획서는 발전소 화재방호 활동의 최상위 문서로서 화재방호 조직, 화재방호설비 관리, 화재예방, 그리고 화재진압계획 등에 대해 다루고 있다. 본 논문에서는 화재방호계획서에서 다루고 있는 화재진압계획이 심층방어 개념에 부합되도록 작성되고 실제 화재 상황에서 유용하게 사용될 수 있는지를 검토하였으며 화재진압 계획의 효용성을 높이기 위한 개선방안을 모색하였다.

2. 화재방호 체계 및 조직

가. 관련 규정

원자력발전소 화재방호에는 소방법, 위험물안전관리법¹⁾과 원자력법이 적용되고 있으며 소방계획서 작성과 관련된 규정은 다음과 같다.

- 소방시설설치유지및안전관리에관한법률²⁾

제 20조 (특정소방대상물의 방화관리)에서 소방계획의 작성, 자위소방대의 조직, 유

1) 제 19조 (자체소방대)에서 다량의 위험물을 저장·취급하는 경우에 자체소방대 설치를 규정

지관리, 소방 훈련 및 교육 등에 대해 규정하고 있다.

• 과기부고시 2003-19 화재방호계획의 수립 및 이행에 관한 규정³⁾

화재방호계획서는 발전소 단위로 작성되어야 하며 심층방어를 달성하기 위한 요건을 규정하고 있으며 주요 내용은 다음과 같다.

- 화재방호 조직 : 초동소방대 인원수, 책임, 권한
- 화재예방을 위한 운영절차 : 점화원, 가연성물질 현황
- 화재진압을 위한 운영절차 : 화재감지, 진압시설과 소방대용 방호장비
- 화재발생시 안전정지관련 운영절차 : 화재시 원자로 안전정지기능을 확보하기 위한 조치
- 초동소방대의 교육 및 훈련 : 대원의 임무와 화재진압계획에 대한 사항

나. 화재방호 체계 및 조직

국내 원자력발전소 화재방호 체계와 조직은 본부 단위와 발전소 단위로 구성되어 있다. 그림 1은 본부 및 발전소의 화재방호 체계를 나타낸다.

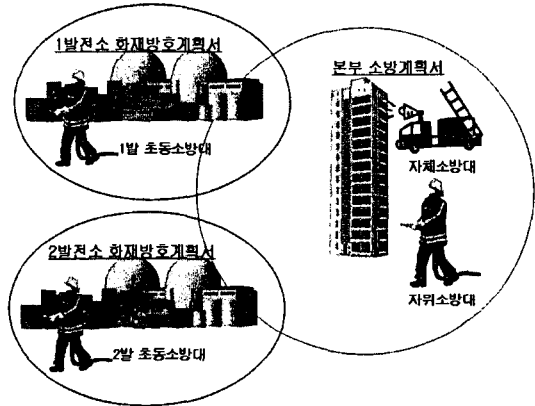


그림 1. 화재방호 체계 및 조직

○ 화재방호계획

화재방호계획은 발전소 화재방호 활동의 최상위 문서로서 화재방호 조직, 화재방호설비 관리, 화재예방, 그리고 수동 화재진압 능력 및 화재진압계획 등에 대해 다루고 있다. 화재방호계획은 본부 단위로 작성된 소방계획서⁴⁾와 발전소 단위로 작성된 화재방호계획서⁵⁾가 있으며 주요 구성은 표 1과 같다.

표 1. 본부 및 발전소 화재방호계획의 주요 특성

구분(명칭)	본부 소방계획서	발전소 화재방호계획서
적용법규	소방시설설치유지및안전관리에관한법률	원자력법(과기부고시 2003-19)
대상건물	발전소 시설, 본부시설, 창고, 사택	발전설비 및 부속설비
작성 단위	본부별로 작성	2개호기 기준으로 발전소별로 작성
소방조직	자위소방대, 자체소방대	초동소방대
내용	전통적인 화재예방 및 진압활동에 대해 작성 -소방조직, 임무 -화재 예방 -소방설비 점검 -화재진압계획 -교육, 훈련	심층방어개념을 도입하여 원자력 화재예방 및 진압활동의 특수사항을 반영하여 작성 -소방조직, 임무 -화재예방 -소방설비 점검 -화재진압계획 -교육, 훈련

○ 화재방호 조직

본부 소방조직인 자위소방대는 본부내 모든 종사자로 구성된 조직이며 자체소방대는 전문 소방원으로 구성된 상주 조직이다. 발전소 단위로는 교대근무자로 편성된 초동소방대가 있으며 발전소 구내 화재 발생시 초기에 화재를 진압하는 기능을 담당한다. 초동소방대는 최소 5명²⁾(호기별)으로 구성되며 평상시에는 발전소 교대근무에 종사하다가 화재 발생시에 긴급 출동하여 외부소방대(자체소방대, 발전소 인근 지역 소방대)가 도착할 때까지 화재진압을 수행한다. 그림 2는 교대근무조별 초동소방대 조직을 나타낸다.

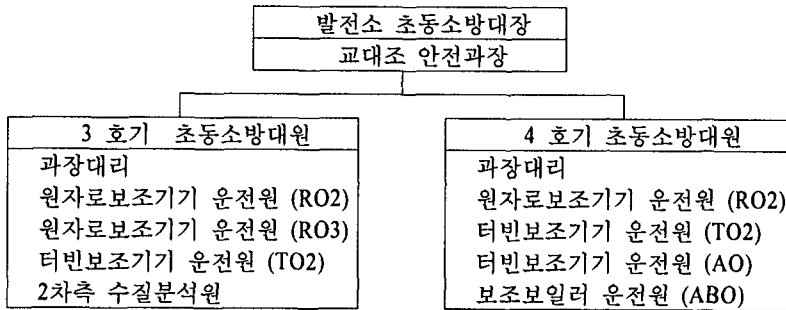


그림 2. 발전소 초동소방대 조직

3. 화재방호계획의 적합성 평가

본부 및 발전소 단위로 작성된 화재방호계획서가 화재방호활동을 수행하는데 상호간의 역할 설정이 명확한지, 중복되거나 불일치되는 점이 없는지를 검토하였다. 또한 발전소 화재방호계획서가 심층방어를 달성하기에 화재진압 측면에서 적합하게 작성되었는지, 실제 화재상황에서 유용하게 사용될 수 있는지를 검토하여 개선방안을 다음과 같이 제시하였다.

○ 본부소방계획서

본부 소방계획서와 발전소 화재방호계획서 간의 역할 설정이 분명하지 않으며 상호 중복된 부분이 상당히 존재한다. 본부 소방계획서는 본부에 속한 모든 건물 및 시설을 대상으로 하므로 1, 2발전소 발전소 설비가 포함되어야 하지만 이미 발전소 화재방호계획서에 다루고 있는 사항은 발전소 화재방호계획서로 일임하고 최소한의 사항만 본부 소방계획서에 요약하는 것이 필요하다. 발전소 화재방호계획서는 원자력법에 의해 인허가 문서로 취급하고 있기 때문에 변경이 자주 발생하나 이러한 변경 사항이 본부 소방계획서에 반영되지 않고 있으므로 발전소 화재방호계획서 변경시에는 본부 계획서와 연계하여 검토하는 것이 필요하다.

2) 최소인원 5명은 초동소방대장 1명, 1개 호스조작에 2명, 2개 호스 조작을 근거로 설정

○ 발전소 화재방호계획서

화재방호계획서의 화재진압과 관련된 사항 중에 개선이 필요한 사항은 다음과 같다.

- 초동소방대의 체력 시험1) : 초동소방대원은 초기 화재진압의 임무를 수행하여야 하므로 이러한 역할을 충분히 감당할 수 있는 신체적 조건을 갖추어져야 하며 이와 관련된 시험요건이 언급되어야 한다.
- 화재 보고 : 화재 보고체계는 수립되어 있지만 어떠한 장소, 어떠한 규모의 화재를 화재사건으로 보는지 어떤 후속분석이 이루어져야 하는지에 대한 상세기준이 없어 보완이 필요하다.
- 외부소방대와 협조체계 : 초동소방대 이외의 외부소방대의 지원이 필요한 경우에 이와 관련된 협조체계가 수립되어 있지 않다. 화재와 같은 긴급한 상황에서는 평상시의 발전소 및 방사선관리구역 출입절차를 대신하는 절차와 협조체계가 마련되어야 한다. 또한 초동소방대와 외부소방대간의 역할 및 지휘 체계, 초동소방대 훈련시 외부소방대가 협조하여 수행하는 방안이 수립되어야 한다.
- 화재진압계획(Pre-Fire Plan) : 화재진압계획의 목적은 화재시에 비상대응 자료로 활용함은 물론 발전소 배열 및 화재 위협에 익숙해지기 위한 훈련자료로 사용하기 위함이다. 화재방호계획서의 많은 내용이 화재진압과 관련되어 있으나 화재진압계획의 본래 목적을 달성하기에 미흡하므로 근본적인 개선이 필요하다. 상세한 개선 방안은 【4. 화재진압계획 개선 방안】에서 다루었다.

4. 화재진압계획 개선 방안

화재진압계획은 본부 소방계획서에서도 기술하고 있지만 본 논문에서는 발전소 화재방호계획서의 화재진압계획 개선방안에 국한하여 기술하였다. 화재방호계획서는 화재방호활동에 대한 최상위 문서이기 때문에 간결 및 함축성이 확보되어야 한다. 그러나 현재 발전소 화재방호계획서는 방화지역 단위로 작성되어 있어 분량이 지나치게 많을 뿐만 아니라 실제상황에서 유용성이 낮을 것으로 판단된다. 또한 화재진압에 필요한 정보들이 누락되어 있어 보완이 필요하다. 따라서 화재진압과 관련된 사항을 화재방호계획서에서 분리하여 별도의 화재진압계획을 작성하는 것이 바람직하다. 화재진압계획은 중앙제어실, 운영/정비부서, 자체소방대, 비상대책실 등 필요한 위치에 보관되어 즉시 사용 가능한 상태이어야 한다. 화재진압계획은 화재진압계획도와 화재진압정보 부분으로 나누어 작성하는 것이 바람직하며 반영하여야 할 정보는 다음과 같다.

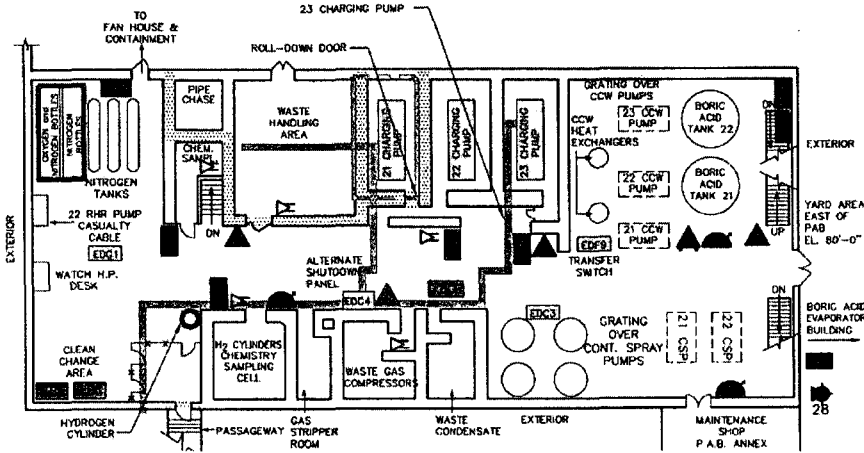


그림 3. 화재진압계획도

○ 화재진압계획도

화재진압계획도는 그림 3과 같이 주요 건물의 층별로 작성되어야 한다. 도면에는 접근 통로, 대피통로, 화재방호설비 등에 대한 정보가 상세히 기록되어 초동소방대 및 외부소방대의 화재진압 활동시 유용하게 사용되도록 하여야 한다. 또한 화재위험이 높은 방화지역에서는 외부소방대의 화재진압장비 배치 방안을 나타내어야 한다.

○ 화재진압정보

화재진압계획도면 별로 화재진압 관련정보가 작성되어야 하며 표 2에 기술한 주요 정보가 수록되어야 한다. 표 2는 현재 발전소 화재진압계획에서 반영하고 있는 정보의 만족 여부를 평가한 결과이다. 특히 화재진압대책에서 전기설비에 대해서 물의 사용을 제한하고 있으나 이는 부적절한 정보이므로 바로잡아야 한다. 오히려 어떤 소화약제보다 물의 화재진압능력이 우수하기 때문에 전기설비 화재에서도 물의 사용이 적극적으로 검토되어야 한다. 단지 가압된 전기설비에서는 감전의 위험이 있으므로 가급적 안개노즐(fog nozzle)을 사용하고 안전거리를 준수하는 것이 바람직하다. 표 3은 가압된 전기설비에 소화전 호스로 살수할 때 최소안전거리를 나타내고 있다.6)

표 2. 화재진압정보 및 화재방호계획서 상태

주요 정보	화재방호계획서 상태
일반정보 : 건물, 위치, 방화구역, 출입, 내화등급	만족
안전정지 기기 정보 : 안전정지기기, 전원 절체 방법, 위치, 대체안전정지 기기	만족
화재 위험 정보 : 일반가연물, 인화성물질, 전기위험, 압력탱크, 화학위험, 방사선위험, 인명안전	만족
자동진압설비	만족
수동화재진압	만족
화재 발생시 운전원 조치 사항	없음
통신설비	만족
환기 및 제연설비	만족
화재진압 방법	불만족(전기설비 화재시 물을 사용하지 말 것을 권고)

표 3. 가압된 전기설비에 소화전 호스로 살수할 때 안전거리*

회로 전압	접지 전압	최소 안전거리(ft)	
		직선 수류 노즐	안개형 수류 노즐
4,160	2,400	15	4
8,320	4,800	20	4
24,900	14,400	25	4
44,000	25,000	30	6
230,000	130,000	30	14

* ϕ 5/8", 100psi 직선수류

5. 결론

원자력발전소 본부 단위로 작성된 소방계획서와 발전소 단위로 작성된 화재방호계획서의 체계, 구성, 특성 등을 조사하고 화재진압측면에서 개선방안을 도출하였다. 또한 현재 화재방호계획서가 실제 화재 상황에서 유용하게 사용될 수 있는지를 검토하였으며 화재진압 계획의 효용성을 높이기 위한 개선방안을 모색하였다. 도출된 주요 개선방안을 다음과 같다.

- 본부 소방계획서와 발전소 화재방호계획서의 역할 재정립
- 발전소 화재방호계획서에 초동소방대 체력시험 사항 추가
- 발전소 화재방호계획서의 화재 보고에 대한 상세 기준 추가
- 초동소방대와 외부소방대 간의 협조체계 및 절차 구축
- 발전소 화재방호계획서에서 화재진압계획을 분리하여 별책으로 작성

참고문헌

1. Regulatory Guide 1.189, "Fire Protection for Operating Nuclear Power Plants", USNRC, 2001.4
2. 소방시설설치유지및안전관리에관한법률
3. 과기부고시 2003-19호, 화재방호계획의 수립 및 이행에 관한 규정
4. 고리원자력본부 소방계획서, 1999
5. 고리원자력2발전소 화재방호계획서, 2005
6. Ontario Hydro Research Test Results