

장기 가동원전의 화재 안전성 향상 방안

Examination of Alternatives to Upgrade Fire Safety in Operating NPPs

*박준현, 정일석
한국전력공사 전력연구원
대전광역시 유성구 문지동 103-16

요 약

국내 가동 원전중에서 화재방호 개선이 미흡한 고리2,3,4, 영광1,2, 울진1,2호기를 대상으로 문제점을 분석하고 개선방안을 도출하였다. 화재방호 측면에서 가장 큰 문제점으로는 해당 발전소 모두 발전소 고유의 화재위험도분석이 수행되지 않은 것을 들 수 있다. 해당 원전에 화재 안전성을 향상을 위해서는 발전소별로 고유의 화재위험도분석을 수행하여 화재방호설비의 적합성을 평가하여야 한다. 또한, 화재방호 설비 및 프로그램이 기술기준을 만족하고 있는지를 확인하여 미흡한 사항에 대해서는 보완대책을 강구하여야한다. 화재위험도분석 결과는 최종안전성분석 보고서에 반영되어야 하며 운영중에 발생하는 설계변경 등이 화재 안전성을 저해하지 않는지에 대한 주기적인 재검토가 이루어져야 한다.

Abstract

For the Kori unit 2,3,4, Younggwang 1,2 and Ulchin 1,2, fire protection vulnerabilities and further improvement items are investigated. The most major problem is that those plants do not have plant-specific Fire Hazard Analysis Report. To improve fire safety of those plants, their own Fire Hazard Analysis should be proceed at first. Then, according to results of Fire Hazard Analysis, fire protection improvement program should be implemented. For the assurance of long term fire safety, result of Fire Hazard Analysis should be incorporated in the FSAR and periodically reviewed the impact of design change to fire safety.

1. 서 론

원자력발전소에서 발생한 사고, 사건들을 분석해 보면 원전의 안전성을 저해하는 중요한 요소 중에 하나가 화재임을 알 수 있다. 미국에서 화재 방호규정(Fire Protection Rule)이 소급규정(backfitting requirements)으로 제정되어 화재방호설비에 대한 개선이 이루어지기 이전에, 심한 경

우에는 화재가 전체 노심손상빈도(CDF)에 기여하는 비율이 70%에 근접하는 발전소도 있는 것으로 보고된 바 있다. 또한 1990년대 중반까지의 화재통계에 따르면 화재규모에 관계없이 약 10년마다 1회 정도(호기당) 화재가 발생하는 것으로 나타났다. 원전에서 화재의 중요성은 전통적 화재위험인 인명피해나 재산피해 차원을 넘어서 안전에 필수적인 안전계통의 운전에 영향을 미칠 수 있다는 점에서 일반 산업설비의 화재와 차별화된다.

1975년 Brown Ferry 원전 화재사건 이후 NRC는 강화된 화재방호규정인 10 CFR 50.48(Fire Protection)을 제정하는 등 자국원전의 화재 안전성 향상을 위해 많은 노력을 기울여 왔다. 1990년대 중반부터 국내에서도 원전의 화재 안전성 향상을 위해 화재위험도 분석, 화재방호설비 보완, 화재방호 절차서 개선 등 많은 노력을 기울여 왔다. 특히 타 원전에 비해 상대적으로 화재방호설비가 취약한 고리 1, 월성1호기에 대해서는 근래에 화재위험도분석(Fire Hazard Analysis), 안전정지능력분석(Safe Shutdown Analysis)을 완료하였으며 현재 화재 안전성 향상을 위한 개선을 추진 중이다. 고리2, 3, 4, 영광1, 2 울진1, 2호기의 화재방호 설비는 고리1호기에 비해 상대적으로 양호하지만 화재방호분석 기술이 개발중인 1980년대에 건설된 원전이기 때문에 최근의 화재방호규정에 비추어 불 때 상당부분에서 추가적인 개선이 필요하다.

가동 원전의 화재 안전성 향상을 위해서는 국제적인 기준에 따라 화재방호 설비의 적합성을 평가하고 화재 시에 발전소를 안전하게 정지할 수 있는지를 분석하여 미흡한 화재방호설비를 개선하고 관련된 화재방호프로그램을 보완하는 조치가 필요하다. 본 연구에서는 1980년대까지 건설된 고리2, 3, 4, 영광1, 2 울진1, 2호기를 대상으로(CANDU형 원전은 제외) 화재방호 설비의 문제점을 분석하고 이를 해결하기 위한 대책을 수립하는 것을 목표로 하였다.

2. 원전 화재방호 개념

1975년 미국 Brown Ferry 원전에서 화재가 발생하기 이전에는 원전의 안전성과 화재위험의 상관관계에 대해 큰 관심을 기울이지 않았다. 이 화재사건은 원자력발전소의 화재방호 철학에 대한 근본적인 변화를 가져오게 된 계기가 되었다. Brown Ferry 화재 이전에 원전의 화재방호 개념은 화력발전소에서 적용하고 있는 일반적인 화재방호 개념과 다를 바 없었다. 화재는 설계기준사건(design basis event)으로 취급되지 않았으며 설계단계에서 원전 안전성과 관련된 화재방호 설비의 기본요건이 체계적으로 반영되지 못했다. 초기의 화재방호규정은 대부분 보험회사나 산업계에서 제정하였으며 이 규정들이 반드시 원자력발전소 규제목표와 일치할 필요는 없었다.

원전의 안전성과 화재위험의 밀접한 상관관계에 대한 인식이 높아짐에 따라 많은 원전에서 화재 안전성을 확보하기 위해 설비개선을 이행하였다. 원전 운전중에 발생한 많은 화재사건들에 대해 연구가 진행되었으며 새로운 화재방호 규정이 제정되었다. 주요 원전 국가별로 화재방호 규정은 다음과 같다.

- 미국 BTP APCSB 9.5-1(1976), 10CFR50.48(1980), 10CFR50 Appendix R(1980)
- 프랑스 RCC-I(초판 1982)

- 독일 KTA 2101, Fire Protection in NPPs(1985)
- 캐나다 CAN/CSA-N293, Fire Protection of CANDU NPPs(초판 1987, 개정판 1995)

위 화재방호규정이 채택하고 있는 원자력발전소의 화재방호 개념은 다음과 같다.

가. 일반 안전 요건

원자력발전소는 다량의 방사성 물질을 취급하고 있어 어떠한 경우에도 허용치 이상의 방사성 물질이 소외로 누출되지 않도록 설계되고 관리되어야 한다. 이러한 목적을 달성하기 위해서는 다음 안전기능을 수행하는 설비의 성능이 보장되어야 한다.

- 원자로를 안전하게 정지시키고 사고 진행중은 물론 사고 후에도 원자로를 안전정지 상태로 유지하는 기능
- 원자로가 정지된 후(사고상태 포함) 노심의 잔열제거 기능
- 방사성물질 누출 가능성을 줄이고 운전상태에서 제한치 이내로 방출하고 사고조건하에서도 허용수준 아래로 방출하도록 하는 기능

원전의 화재방호설비 요건은 위와 같은 안전기능을 수행하는 안전설비가 화재에 의해 손상되지 않고 고유기능을 유지하도록 하는 데에 목적을 두고 있다. 이를 위해 안전계통은 어떠한 가상화재 하에서도 안전기능이 상실되지 않도록 설계되고 유지 관리되어야 한다. 설계단계에서는 이러한 목적이 달성되도록 안전계통을 설계하고 배치하여야 하며 또한 피동형 및 능동형 화재방호 설비가 마련되어야 한다. 운전단계에서는 이러한 설계개념들이 바르게 유지되도록 종합적인 화재방호 프로그램이 적용되어야 한다. 원전의 화재방호 설계에는 다중성, 다양성, 및 물리적 격리 등과 같이 원전의 일반적인 설계개념들이 적용된다. 또한 원전에서 널리 적용되고 있는 심층방어 개념이 화재방호에도 적용된다.

나. 심층방어 개념

화재안전에 적용되는 심층방어 개념(Defense-in-Depth)은 다음 3단계로 나누어진다.

- 1단계 : 화재 발생을 방지
- 2단계 : 화재가 발생하면 신속히 감지하고 진화하여 손실을 최소화
- 3단계 : 진화되지 않은 화재 확산을 차단하여 화재가 발전소 안전정지 필수기능에 미치는 영향을 최소화

기기, 사람 및 절차의 3가지 요소에 의존하는 곳에 심층방어 원리를 적용하면 효과적인 방어가 가능하다. 또한 심층방어를 달성하기 위해서는 보수적인 설계, 품질보증, 안전문화가 필요하다. 심층방어를 달성하기 위해서는 종합적인 화재안전 조치가 다음 4개 화재방호분야에도 적용되어야 한다.

- 행정관리 및 통제
- 능동형 화재방호설비와 발전소 종사자에 의한 신속한 조치
- 피동형 화재방호설비

○ 수동 화재진압 능력

3. 국내 원전 화재방호 규정

미국에서는 10CFR50.48을 제정하여 자국내 모든 원전이 이 규정을 소급 적용하여 화재 안전성을 향상시킬 것을 의무화하였다. 국내의 경우 이러한 소급규정제도와 화재방호와 관련된 상세한 기술기준이 마련되어 있지 않다. 국내에 상세한 기술기준이 없는 경우에는 원전 도입국의 기술기준을 따르는 것이 일반적인 관례이므로 미국 기준을 적용하면 고리 1호기는 1979년 이전에 운영허가를 받은 원전이므로 10CFR50 부록 R을, 2호기부터는 1979년 이후에 운영허가를 받았으므로 BTP CMEB 9.5-1을 따르면 된다. 표 1에는 가동원전별로 초기 설계단계에서 적용한 화재방호규정과 현재 적용해야하는 화재방호규정을 나타내었다.

표 1 국내 원전 화재방호 규정

	설계시 적용된 규정	현재 적용해야하는 규정	운영허가
고리1	BSI ¹⁾ , FOC ²⁾	국내 원자력법, 소방법, 건축법 10 CFR 50 App. R	77.4
고리2	NFPA, ANI ³⁾	국내 원자력법, 소방법, 건축법 BTP CMEB 9.5-1	83.2
고리3,4 영광1,2	10CFR50 App. A(1970) NRC BTP ASB 9.5-1(CMEB와 동일) NFPA, ANI	국내 원자력법, 소방법, 건축법 BTP CMEB 9.5-1	84.9 - 86.9
울진1,2	RCC-I (1983)	국내 원자력법, 소방법, 건축법 RCC-I (1983) BTP CMEB 9.5-1	87.12 - 88.12
영광3-6 울진3-6	10CFR50 App. A(1970) NRC BTP CMEB 9.5-1 국내 소방법, 원자력법, 건축법	좌동	94.9 -
월성1	NFPA, 캐나다 건축법	국내 원자력법, 소방법, 건축법 CAN/CSA-N293	82.8
월성2-4	CAN/CSA-N293-M87 캐나다 건축법, NFPA 국내 소방법, 원자력법, 건축법	좌동	96.11 -

국내 가동원전은 현재 적용해야하는 화재방호규정과 화재방호설비가 관련요건을 만족하고 있는지의 두 가지 관점에서 다음과 같이 구분할 수 있다(CANDU형 제외).

- 1) British Standard Institution
- 2) Fire Office Committee
- 3) American Nuclear Insurers

- 1979년 이전에 운영허가를 받은 원전으로 화재 안전성 향상이 필요한 원전
 - 고리 1호기
- 1979년 이후에 운영허가를 받은 원전으로 화재 안전성 향상이 필요한 원전
 - 고리 2, 3, 4호기
 - 영광 1, 2호기
 - 울진 1, 2호기
- 1979년 이후에 운영허가를 받은 원전으로 화재방호 규정을 충실히 준수하고 있는 원전
 - 영광 3, 4호기를 포함한 이후에 건설된 원전

고리 1호기는 미국의 화재방호규정(10CFR50.48)이 제정되기 이전에 설계된 원전이라 가동원전중에서 화재 안전성이 가장 취약한 상태이다. 이러한 사유로 인해 우선적으로 고리 1호기에 화재위험도분석, 화재안전정지분석이 수행되었다. 고리 2호기는 화재방호규정이 제정된 이후에 운영허가를 받았지만 화재방호규정이 제정되기 이전에 설계한 원전이기에 때문에 고리 1호기와 마찬가지로 화재 안전성이 취약하다. 고리 3,4, 영광1,2, 울진1,2호기는 고리1,2호기에 비해 상대적으로 양호한 화재 안전성을 확보하고 있지만 화재분석 기술이 정착되어가는 과도기에 건설된 원전이기에 때문에 부분적으로 화재방호 요건(BTP CMEB 9.5-1)을 만족하지 못하고 있다. 영광 3,4호기부터는 화재방호요건에 적합하도록 설계되었기 때문에 국제적 수준의 화재안전성을 확보하고 있다.

4. 가동원전 화재방호 실태

가. 화재방호계획

가동중인 발전소는 10CFR50.48(a)에 따라 화재방호계획(Fire Protection Program)을 갖추어야 한다. SRP 9.5-1에 의하면 화재 발생시 발전소가 안전정지 기능을 달성하고 환경으로의 방사능 누출을 최소화하는 능력을 유지한다는 것을 증명하기 위하여 발전소별로 화재위험도분석을 수행하여야 한다. 국내 원전의 경우 소방법에 의하여 고리, 영광, 울진원자력 본부별로 소방계획서가 작성되어 있고 각 발전소별로 화재방호계획이 별도로 작성되어 있다. 그러나 동 화재방호계획은 미국의 화재방호 요건인 10CFR50.48 및 BTP CMEB 9.5-1에 비해 미비한 점이 많으므로 화재방호계획서 보완이 필요하다. 특히 “나. 화재위험도분석”에서 기술한 내용과 같이 발전소별로 고유의 화재위험도분석을 수행하여 그 결과에 따라 화재방호계획서를 보완하여야 한다.

나. 화재위험도분석

고리 1호기의 경우 고유 화재위험도분석이 1998년에 수행된바 있다. 화재위험도분석에서는 화재구역 구분, 화재구역별 화재하중 조사, 화재감지설비 및 진압설비 평가 등이 수행되었으며 후속조치로 안전정지능력 분석을 수행할 것을 권고하였다. 2001년에는 완료한 화재안전정지능력분석에서는 안전정지기기 선정, 안전정지 설비 격리요건 및 간섭영향평가, 안전정지영향 평가 등이 수행되어 안전정지능력 확보를 위한 다수의 개선사항이 도출되었으며 현재 그 후속조치가 진행중이다.

고리 2호기는 1978년에 GAI⁴⁾에서 작성한 화재방호평가 보고서를 사용하고 있으나 이 보고서는 Krsko 원전⁵⁾ 자료를 이용하여 분석하였기 때문에 고리 2호기 현장상태(as-built)와 상당부분 다르며 다음과 같은 문제점으로 인해 평가결과에 대한 신뢰성이 낮다.

- 안전정지 계통 및 기기목록이 체계적으로 작성되지 않음
- 안전정지 기기 및 케이블의 격리요건 평가 미흡
- 공통전원, 공통배선함, 오작동 등 연계회로에 의한 간섭영향 평가가 누락됨.
- 구역별 화재 안전정지 영향평가에 대한 논리적인 분석 미비

고리 3,4호기 및 영광 1,2호기에서는 고유의 화재위험도분석을 수행하지 않고 대만 만산원전⁶⁾의 화재위험도분석 보고서를 사용하고 있다. 이 보고서는 발전소 초기 설계단계에서 작성한 보고서로 현재의 고리 3,4호기(영광 1,2호기) 현장 상태와 맞지 않다. 격납건물, 보조건물, 제어건물 등 파워블록(Power Block)에 해당되는 지역에 대해서는 화재구역과 기기 및 케이블 배치상태가 만산과 고리 3,4호기(영광 1,2호기)가 유사하지만 기기냉각수 및 기기냉각해수건물, 터빈건물 등 BOP 지역에 대해서는 서로 다르다. 또한 화재 안전정지분석에서 필수적인 케이블 경로조사, 공통전원, 공통배선함, 오작동 등 연계회로에 의한 간섭영향 평가 등이 누락되었다.

울진 1,2호기의 경우 RCC-I 코드를 적용한 화재위험도분석 보고서가 있으나 울진 1,2호기 고유의 화재위험도분석은 수행되어 있지 않다. 동 보고서는 NI(Nuclear Island) 건물을 대상으로 각 지역별로 화재발생요인을 정성적으로 평가하고 감지설비 및 화재진압설비의 설치현황을 기술하고 있다. 고리 2호기와 마찬가지로, 그동안의 설계변경을 반영한 울진 1,2호기 현재상태대로 고유의 화재위험도분석을 수행하고 그 결과에 따른 화재안전성 향상방안을 수립하는 것이 필요하다.

다. 최종안전성분석보고서

고리 1, 2호기 최종안전성분석보고서 9.5.1(Fire Protection System)에는 화재위험도분석(화재구역도 포함) 결과가 반영되어 있지 않으므로 화재위험도분석 및 설비개선이 완료되면 이 결과를 FSAR에 반영하여야 한다. 고리 3,4호기와 영광 1,2호기 FSAR 9.5.1에는 화재위험도분석 결과가 반영되어 있다. 그러나 화재구역도에 A계열 보조정지패널⁷⁾이 나타나 있지 않는 등 도면과 발전소 현재상태와 일치하지 않고 있다. 울진 1,2호기 FSAR에는 화재구역도가 누락되어 있다. 울진 1,2호기에서는 NI 각 건물을 대상으로 RCC-I 코드에 근거하여 화재구역을 구분하고 건물별로 화재발생 요인을 기술한 자료가 있으나 울진 1,2호기 설계당시 Sofinel사에서 작성한 것으로 터빈건물, 기기냉각해수건물, 옥외지역 등 BONI(Balance Of Nuclear Island) 지역에 대한 화재구역 구분이 없다. 따라서 고리 3,4 및 울진 1,2호기에서도 고유의 화재위험도분석을 수행한 후에 FSAR을 보완하여야 한다.

4) 고리 2호기 설계회사. Gilbert Associates, Inc.

5) Krsko : 슬로베니아에 위치한 고리 2호기 동형원전으로 1981년 운전 개시

6) 고리3,4, 영광 1,2호기의 모델 발전소(mother plant)임

7) 화재위험도분석 보고서가 발행된 이후에 설계 변경되어 추가 설치되었음

라. 비상조명 및 통신

안전정지 운전과 관련된 구역 및 이들 구역으로의 접근 및 대피경로에는 적어도 8시간 용량을 가진 자체 내장형 배터리팩 조명등을 설치하도록 되어 있고 소방대원이나 안전정지 요원의 원활한 활동을 위하여 실드빔 휴대용 손전등 및 무선통신 장비를 구비하여야 한다.

국내 가동원전에서는 배터리팩 비상조명등이 설치되어 있기는 하나 화재 안전정지 관점에서 장소와 대수를 결정한 것이 아니기 때문에 화재시 안전정지 활동에 지장을 초래할 수 있다. 특히 울진 1,2호기의 경우 배터리팩 비상조명등의 배터리의 용량이 작아 장기간의 사용이 불가능하다. 따라서 고리 2호기, 고리 3,4호기 및 영광 1,2호기, 그리고 울진 1,2호기 모두 발전소 고유의 화재위험도분석을 수행하고 그 결과에 따라 비상조명등의 위치 및 수량을 검토하여 안전정지 운전에 적절하도록 보완하여야 한다. 그리고 현재는 발전소 기기 운전의 영향을 우려하여 무선통신의 사용을 제한하고 있으나 화재시 안전정지 운전 상황을 감안한 무선통신 장비를 구비하고 그 사용절차를 수립할 필요가 있다.

마. 화재시 주제어반과 원격정지제어반의 운전 가능성

국내 가동원전에서는 TMI 원전 사고의 후속조치로 주제어실 외부에 별도의 원격정지제어반을 신설하고 발전소 정지에 필요한 계기들을 배치하여 허용치 이상의 방사능 오염, 주제어실 화재발생 등 운전원이 주제어실에 상주할 수 없는 비상시 사용하도록 하고 있다. 주제어실과 원격정지제어반의 제어회로 연결 상태의 대표적인 예는 그림 1에 나타내었다. 제어기/스위치는 원격정지제어반 또는 제어캐비닛에 현장/원격 선택스위치가 있고 지시기의 경우 현장 감지기 신호 케이블은 주제어실의 캐비닛에 연결되고 캐비닛에서 주제어반과 원격정지제어반으로 동시에 신호를 전송하고 있다.

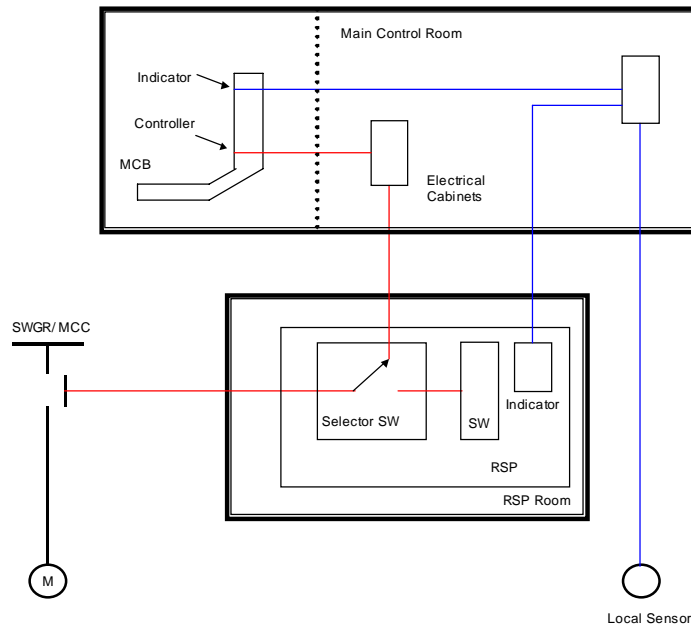


그림 1 제어회로 연결 개념도(고리1호기 기준)

국내 가동원전별 주제어실과 원격정지제어반의 설치상태는 다음과 같다.

- 고리 1호기는 원격정지제어반 A, B계열이 설치되고 2계열 원격정지제어반실 사이의 격리요건을 만족하고 있다. 그러나 주제어실과 전기 캐비닛실 사이의 격리요건과 2계열 전기 캐비닛실 사이의 격리요건은 만족하지 못하고 있다.
- 고리 2호기는 그림 2와 같이 보조급수펌프지역에 원격정지제어반 A, B계열이 설치되었으나 A, B가 나란히 위치하고 패널 사이에 부분격벽이 설치되어 있을 뿐 원격정지 제어반 A와 B 사이의 격리요건을 만족하지 못하고 있다. 그리고 주제어실과 전기 캐비닛실 사이의 격리요건과 2계열 전기 캐비닛실 사이의 격리요건은 만족하지 못하고 있다.
- 고리3,4/영광1,2호기는 원격정지 제어반 A, B계열이 설치되고 2계열 원격정지 제어반 사이의 격리요건을 만족하고 있으나 주제어실과 전기 캐비닛실 사이의 격리요건을 만족하지 못하고 있고, 2계열 전기 캐비닛실 사이에 이격거리는 20ft 이상이나 중간에 가연물이 있어 격리요건을 만족하지 못하고 있다.
- 울진 1,2호기는 비상정지패널 A와 B가 해당 계열의 차단기실과 동일한 화재구역 내에 위치하고 있으며 2계열 원격정지 제어반 사이의 격리요건을 만족하고 있다. 주제어실과 전기 캐비닛실 사이의 격리요건과 2계열 전기 캐비닛실 사이의 격리요건은 상세한 검토가 필요하다.
- 영광 3,4호기는 그림 3과 같이 원격정지 제어반 A, B계열이 설치되고 2계열 원격정지 제어반 사이의 격리요건 만족하고 주제어실과 전기 캐비닛실 사이의 격리요건과 2계열 전기 캐비닛실 사이에 격리요건을 모두 만족하고 있다.

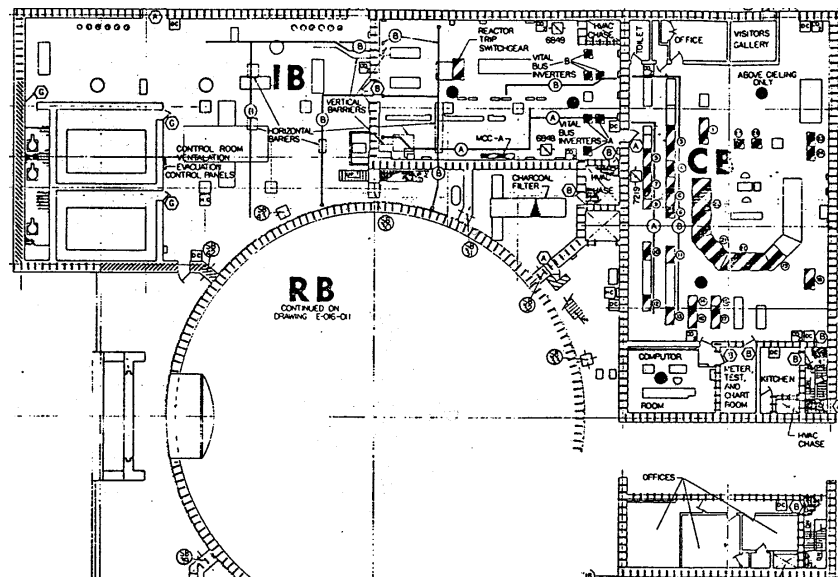


그림 2 고리2호기 주제어실 배치도

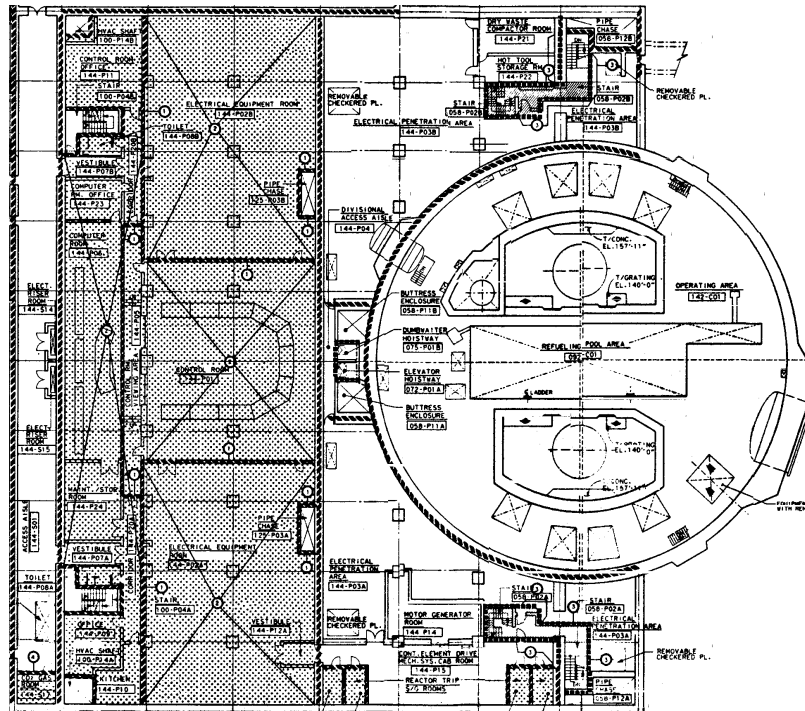


그림 3 영광3,4호기 주제어실 배치도

국내 가동원전의 주제어반과 원격정지 제어반의 설치상태 및 화재시 운전가능성을 정리하면 표 2와 같다. 고리 1,2,3,4, 영광 1,2호기 모두 주제어실에서 화재가 발생하는 경우에는 원격정지제어반에서 공정변수 감시가 불가능하여 안전정지가 곤란하므로 대체정지⁸⁾가 가능하도록 설비개선이 필요하다.

표 2 주제어반과 원격정지 제어반의 설치상태

항목	고리1	고리2	고리3,4/ 영광1,2	영광3,4
RSP 2계열 설치	O	O	O	O
2계열 RSP간 격리요건 만족	O	X	O	O
MCB/전기실간 격리요건 만족	X	X	X	O
2계열 전기실간 격리요건 만족	X	X	X	O
화재시 안전정지 가능성	설비개선필요	좌동	좌동	요건 만족

8) 정상적인 원자로정지 수단(장치 및 절차)을 이용하지 않고 원자로를 안전정지 시키는 것 (alternate shutdown)

5. 결론

화재방호규정이 정착되는 과도기에 설계된 고리2,3,4, 영광1,2, 울진1,2호기는 그동안 화재방호 개선이 이루어지지 않아 최근의 화재방호 기준에 비추어 볼 때 개선의 여지가 상당히 남아 있다. 이러한 원전의 화재 안전성 향상을 위한 개선대책을 모색하기 위해 고리2,3,4, 영광1,2, 울진1,2호기를 대상으로 화재방호 측면에서의 문제점을 분석하고 개선방안을 도출하였다. 대상 발전소는 모두 1979년 이후에 운영허가를 받았기 때문에 화재방호 소급규정인 10CFR50.48과 BTP CMEB 9.5-1요건에 따라 화재방호설비의 적합성을 재평가하여야 한다.

본 연구에서 확인된 발전소별 화재방호 측면에서의 주요 문제점과 해결방안은 표 3에 정리하였다.

표 3 발전소별 화재 안전성 향상 방안

	고리2	고리3,4/영광1,2	울진1,2
화재위험도분석	GAI에서 작성한 보고서가 있으나 발전소 현상태와 불일치	대만 만산 보고서를 활용하고 있으나 발전소 현상태와 불일치	프랑스 표준원전 보고서를 사용하고 있으나 발전소 현상태 미반영
다중계열간 물리적 격리	격리요건 대부분 불만족	격리요건 부분적 불만족	격리요건 부분적 불만족
안전정지 가능 여부	대체정지 가능토록 개선 필요	대체정지 가능토록 개선 필요	추가 검토 필요
비상조명 및 통신	-밧데리 용량 만족 -비상조명구역 불만족	-밧데리 용량 만족 -비상조명구역 불만족	-밧데리 용량 불만족 -비상조명구역 추가 검토 필요
FSAR	화재위험도분석 미반영	화재위험도분석 반영되어 있으나 보완 필요	화재위험도분석 반영되어 있으나 보완 필요
화재방호계획	보완 필요	보완 필요	보완 필요

대상원전의 가장 큰 문제점으로는 발전소 고유의 화재위험도분석이 수행되지 않은 것을 들 수 있다. 국내의 경우, 미국의 화재방호규정과 같은 소급적용 제도가 마련되어 있지 않기 때문에 발전소 설계시에 작성된 화재분석보고서가 현재까지 보완되지 않고 있다. 따라서 가동원전의 화재안전성을 향상시키기 위해서는 발전소별로 고유의 화재위험도분석을 수행하여 화재방호설비의 적합성을 평가하여야 한다. 또한, 화재방호 설비 및 프로그램이 BTP CMEB 9.5-1 요건을 만족하고 있는지를 확인하여 미흡한 사항에 대해서 보완대책을 강구하여야 한다. 이후에도 지속적으로 화재안전성 확보를 위해서는 화재위험도분석 결과가 최종안전성분석보고서에 반영되어야 하며 운영중에 발생하는 설계변경 등이 화재 안전성을 저해하지 않는지에 대한 주기적인 화재위험도분석 재검토가 이루어져야 한다.

참고문헌

1. 고리 1호기 Final Safety Analysis Report, Section 9.5.1, Fire Protection System
1. 고리 2호기 Final Safety Analysis Report, Section 9.5.1, Fire Protection System
3. 고리 3,4호기 Final Safety Analysis Report, Section 9.5.1, Fire Protection System
4. 울진 1,2호기 Final Safety Analysis Report, Section 9.5.1, Fire Protection System
5. 영광 3,4호기 Final Safety Analysis Report, Section 9.5.1, Fire Protection System
6. 고리원자력본부 소방계획서
7. 고리 1,2호기 화재방호계획서, 고리원자력본부 제1발전소, 1996. 12
8. 고리 3,4호기 화재방호계획서, 기행-70, 고리 제2발전소
9. 영광 1,2호기 화재방호계획서, 기행-824
10. Kori Unit 2 Fire Protection Evaluation, Gilbert Associates, Inc., Oct. 1978
11. Fire Hazard Analysis for the Taiwan Power Company Maanshan Nuclear Plant Unit 1 & 2, May 1980
12. KNU 9-10 Nuclear Island Fire Protection Zoning, Sofinel, Dec. 1986
13. 900MW PWR Standard Plant Nuclear Island Application of the RCC-I, Sofinel, Jun 1983
14. Guidelines for Fire Protection for Nuclear Power Plants, Branch Technical Position (BTP) Auxiliary Power and Conversion Systems Branch(APCSB) 9.5-1, USNRC, May 1976
15. Guidelines for Fire Protection for Nuclear Power Plants, Branch Technical Position (BTP) Chemical Engineering Branch(CMEB) 9.5-1, USNRC, Jul. 1981
16. 10CFR50.48, Fire Protection, 1981
17. Fire Protection Program for Nuclear Power Facilities Operating Prior to January 1, 1979, Appendix R to 10CFR50, USNRC, May 1988
18. RG 1.189, Fire Protection for Operating Nuclear Power Plants, USNRC, April, 2001
19. 가동원전 화재 안전성 향상 방안, TM.01NP35.T2003.068, 한전전력연구원, 2003.3