

차세대원전(APR-1400)의 비상대응설비(TSC,OSC) 배치 설계 최적화

General Arrangement Design Optimization of Emergency Response Facility(TSC, OSC) in Korea Next Generation Reactor(APR-1400)

임혁순, 김성환, 정대율

한전 전력연구원
대전광역시 유성구 문지동 103-16

요약

TMI-2 사고원인 분석 결과 보다 효과적인 사고대책을 수립하기 위하여 발전소 안전계통 관련 자료를 수집, 분석하여 운전원에게 사고대책을 위한 정보를 신속 정확하게 제공할 수 있는 설비의 설치가 사고대책으로 제시되었다. 이와 더불어 주체어실 운전원에게 기술적인 지원을 수행하기 위한 발전소내의 기술지원 공간의 확보와 환경, 방사능 문제를 포함한 비상시 일반공중에 대한 보호 조치를 취할 수 있는 발전소 비상대응상황실의 설치 필요성이 지적됨에 따라 미국을 비롯 한 원자력발전소를 운영하고 있는 세계 여러 나라에서 미국 규제요건의 전부 또는 일부를 채택하여 비상대응설비를 설치 또는 운영중에 있다. 국내에서도 TMI 사고 이후 미국의 규제사항 및 지침을 분석하여 국내 원자력발전소에 비상대응설비(ERF) 및 안전인자 상태표시계통을 적용하였다. 본 논문에서는 TMI 사고 이후 ERF 설치 관련하여 국내규제 사항과 미국의 NRC의 규제요건의 비교검토 조사하였다. 차세대원전(APR-1400)의 비상대응설비가 국내규정에 적합하고 사고시 발전소 비상대응능력을 향상시킬 수 있는 배치설계를 채택하여 비상대응능력을 강화하였다.

Abstract

The accident at the Three Mile Island (TMI) led to install some data processing and display equipment to assist control room personnel in rapidly evaluating the safety status. And also to locate a place in the plant for providing operators with technical support and a emergency response center for radiological/environmental assessments and determination of recommended public protective action during emergency. In practice, most of the countries possessing nuclear power plants including USA have partially or wholly adopted US NRC regulations and guidelines for Emergency Response Facility(ERF). Also the Korea nuclear power plants are implementing or operating ERF and SPDS after analyzing US NRC regulations and guideline since TMI accident. So this paper first has been reviewed Korea Regulations, US NRC published codes & standards related to ERF(TSC/OSC). Finally this paper is described the design optimization of general arrangement in emergency response

facility to improve emergency response capability in Korea Next Generation Reactor(APR-1400), which are best suitable for our domestic situation and also enhance the emergency response capability of ERF.

1. 서론

원자력 발전소 사고시 직접 또는 간접적으로 관련되는 요원들이 비상대응설비에 집합하여 발전소의 감시계통 및 경보체계 이용하여 계통상태 및 사고 상황을 신속, 정확하게 파악하여 사고를 완화시킬 수 있는 비상대응설비가 있다. 비상시 주제어실 운전원에게 기술적인 지원을 수행하기 위한 발전소내 기술지원실과 기 지명된 보조 운전원, 보건 물리요원 및 보수요원과 같은 운영지원요원이 운영지원실에 거주하면서 운전요원으로부터 지시를 받아 운영지원을 하도록 하기 위하여 운영지원실을 설치하여 일반공중에 대한 보호조치를 취할 수 있는 비상대응성비를 설치하여 운영중에 있다. 국내 표준원전(영광3,4,5,6&울진3,4,5,6호기)의 비상대응설비(기술지원실, 운전지원실) 출입통제건물 위치하였고 주제어실은 1차 보조건물 3층에 위치하여 거리 요건(2분)은 만족되지만 계단을 통해 주제어실에 접근하도록 설계되어 비상시 접근성이 불리한 상태로 운용되고 있다. 차세대원전(APR-1400) 설계기술개발 3단계 예비 발전소 배치(PI GA)기준에 따라 발전소 비상대응설비가 복합건물의 4층에, 주제어실은 보조건물 4층에 위치되어 사고시 발전소 계통상태 및 사고상황을 신속하게 파악하는데 불리하여 비상대처능력을 향상시킬수 있는 최적 배치방안을 제시하고자 한다.

2.0 원자력발전소 비상대응설비

2.1 비상대응설비

비상대응설비란 주제어실 운전원으로 하여금 발전소의 비정상 운전상태에 대비하여 사고 발생 방지 및 완화에 도움을 주기 위한 설비로서 비상시 원자로 운전원에게 발전소 안전상태 판단에 도움을 주고 원자로 운전이 직접 관련되지 않은 부수 업무를 주제어실 이외의 장소에서 지원요원이 대행할 수 있도록 함으로서 원자로 운전원의 업무량을 경감시킨다. 또한, 주제어실의 혼잡을 방지하고 많은 자료를 가진 전문기술요원이 비상대응설비를 이용하여 운전원에게 기술적지원을 제공함과 기술요원 및 관리요원의 종합적이고 조직적인 비상대응을 가능케 한다. 아울러 소내·외 비상대책요원간의 신뢰성 있는 통신을 가능케 하며 발전소의 비정상상태 분석을 위한 자료를 규제기관에 제공한다.

2.1.1 기술지원실(TSC)

가. 배경

TMI사고 발생시 사고조치에 직접 또는 간접으로 관련되는 요원들이 주제어실에 집합함에 따라 주제어실이 극도로 혼잡하게 되었으며 이로 인해 운전원의 운전은 물론, 발전소 기술 전문요원의 운전원에 대한 기술지원과 관리요원의 비상절차 이행을 위한 지원에 많은 차질을 빚어 사고 수습 협조체제가 원활히 이루어 질 수 없었다. 따라서 여러 정부(미국) 산하기관과 연구단체에서 TMI 발전소의 사고경위와 사고 수습과정을 조사분석 결과, 발전소 비상상태 발생시 주제어실 이외의 장소에서 사고 수습 및 지원요원이 집합하여 적절한 사고조치를 할 수 있는 시설에 대한 필요성이 지적되었다. US NRC는 사고 발생시 주제어실의 혼잡을 피하고 발전소 상태 정보를 주제어실과 같은 수준에서 파악 할 수 있고, 규제기관요원 및 외부관계요원들의 모여 사고 수습을 위한 지원을 할 수 있는 별도의 공간(기술지원실)이 주제어실과 가까운 곳에 마련되어야 한다는 지침을 발표하였으며 상세 설계기준으로 NUREG-0696등 발표하여 기술지원실의 설치를 의무화하였다.

나. 설치요건

1) 위치(Location)

기술지원실은 발전소 비상사태 발생시 주제어실 운전요원에게 기술적인 지원, 원자로 운전과 직접적으로 관련이 없는 업무 및 외부와의 통신 등 발전소 관리업무를 수행하는 지원시설로 주제어실 소외 비상대책운영실(EOF) 요원 및 운영지원실(OSC) 요원들과 접촉이 용이한 소내에 설치하여야 한다. 또한, 주제어실의 혼잡을 방지하여 운전원의 상황판단을 향상시키고 소외 비상대책본부(EOF)가 가동될때까지 비상대책본부의 기능을 대신할 수 있도록 주제어실과는 가능한 가까운 거리에 위치하여야 한다.

2) 크기(Size)

효과적인 기술지원실 업무수행에 요구되는 충분한 요원과, 자료 등을 수용할 수 있는 공간을 마련해야 하며, 최소한 다음사항을 고려하여야 한다.

- 비상계획에 지정된 사업자 요원 근무면적, 기술지원실 데이터 계통 설치면적
- 통신장비 설치면적, 장비유지 및 보수실
- 통신설비 이용 및 자료표시장치 이용면적, 발전소 자료 및 기록 보관실
- 규제기관 요원 근무실 : 3명 정도
- 기술지원실 근무요원을 위한 공간은 최소한 25명 (사업자요원 : 20명, 규제기관 요원 : 5명)

3) 구조

기술지원실 건물은 일반건축 규격에 준하여 건축하며 발전소 수명기간동안 예상되는 지진, 폭풍, 및 홍수에 견딜 수 있어야 한다.

4) 통신설비

기술지원실은 발전소 안전운전을 위한 기술지원 기능을 효과적으로 수행하기 다음과 같은 사항을 고려하여 신뢰성 있는 음성 통신설비를 갖추어야 한다.

- 관련 규제기관 및 본사 비상대책상황실과의 전용전화
- 주제어실, EOF 및 OSC와의 전용전화
- 발전소내·외 지역과 연결되는 다이얼 전화
- 발전소 이동 감시반과의 무선전화
- 기술지원실과 EOF 및 본사 비상대책상황실간에 모사 전송기(팩스)

5) 데이터 통신

기술지원실 데이터 계통은 신뢰성 있는 자료의 수집, 저장, 분석, 표시 및 전송을 통하여 발전소 사고이전에 정상운전 상황, 사건초기의 상황 및 사고전 과정에 대한 발전소 계통의 동적 특성을 판단할 수 있도록 정확하고 신뢰성 있는 정보를 제공하여야 한다. 또한, 데이터계통은 사고 순서에 관한, 적절한 사고대응책의 결정, 손상정도의 파악, 회복운전 동안의 발전소 상태파악 등에 이용될 수 있어야 하며 TSC 기능 수행에 필수적인 사고 중 및 사고후의 발전소 평가를 위한 변수 및 발전소 주변의 환경 및 기상상태를 파악하기 위해 규정된(R.G 1.23) 기상관련 변수를 표시하여야 한다. 발전소 데이터 저장능력은 사고이전 2시간과 사고 후 12시간동안의 모든 데이터를 기록 유지해야 하며, 사고 후 12시간 이후 데이터는 Scan Rate를 감소시켜 2주정도의 발전소 상태를 기록 할 수 있어야 하며 TSC 데이터계통이외에 안전인자 상태 표시계통(SPDS)용의 모니터(CRT)를 별도로 설치하여야 한다.

6) 기록자료의 이용관리

기술지원실에는 발전소 비정상 상태와 사고상태의 기술적인 분석 및 평가를 위한 발전소의 최

근 기록 및 기타 관련자료를 구비하여야 하며 최소한 다음 자료를 포함하여야 한다.

- 발전소 기술사양서, 운영절차서, 비상운영절차서, 최종안전분석보고서, 발전소 운전기록
- 원자력발전소 안전위원회 기록 및 보고서
- EOF가 운영될 때까지 EOF 역할을 수행하기 위한 필요한 자료
- 발전소 구조 및 기기를 포함한 발전소시스템의 상태와 시스템의 도면

7) 거주성 요건

사고 기간중 기술지원실요원의 전신 피폭선량이 5 Rem을 초과하지 않도록 하기 위하여 방사능 감지기를 설치하여야 하며, 방사능 측정감지기는 10^7 ci/cc 정도의 낮은 방사능을 측정 할 수 있어야 한다. 기술지원실 환기시스템은 내진 Category 1 및 중복성(Redundancy)을 요구하지 않으나 HEPA필터 및 Charcoal 필터를 설치하여야 하며, 근무요원 및 데이터 시스템 등은 TSC 설비 운전을 위한 인적·물적 자원운용에 영향을 미치지 않도록 실내 환경을 조성하여야 한다.

2.1.2 운영지원실(OSC)

가. 배경

TMI 사고시에 발전소 운전과 직접 관련 없는 요원들이 주제어실을 출입함으로써 주제어실의 혼잡을 가중시켰으며, 운전원이 사고 완화조치를 신속히 취하지 못 한 요인이 되었다. 따라서 사고시 주제어실의 혼잡을 피하기 위해 제어실의 출입은 발전소 운전과 직접적으로 관련된 요원들만 출입하도록 통제할 필요성이 인식하게 되었으며, 비상시 기 지명된 보조 운전원, 보건 물리요원 및 보수요원과 같은 운영지원요원이 운영지원실에 거주하면서 운전요원으로부터 지시를 받아 운영지원을 하도록 하였다.

나. 설치요건

1) 위치 (Location) 및 크기(Size)

운영지원실은 발전소 비상시 비상시 주제어실과 기술지원실의 요원들과의 비상협조체제를 구축하고 관련업무를 지원하기 위해 기지명된 발전소 운영지원요원들의 집합장소로 주제어실 및 TSC와 비상협조 체제를 구축하고 관련업무를 지원하는 장소로 충분한 면적을 가지는 발전소 건물내 적절한 장소를 선정하여 설계하여야 한다

2) 구조

운영지원실의 건물은 특별한 제한조건은 없으나 발전소 설계수명동안 예상되는 미진, 폭풍 및 홍수 등에 견딜수 있는 구조물이어야 하며 내진 Category.1 또는 공학적 안전설비요건을 만족시킬 필요는 없다.

3) 거주성 요건 및 통신설비

특별한 거주성 요건은 필요치 않으나 고방사능 누출시 운영지원실 요원의 비상 철수 계획이 준비되어야 하며 방호복·방사능 측정장치 등과 같은 비상설비가 운영지원실내 모든 요원들이 사용할 수 있도록 준비되어야 한다. 고-방사능 누출시 운영지원실요원의 비상철수 계획에 따라 철수시 운영지원실요원이 지정된장소 이외에서도 OSC의 기능을 계속 수행하는 방안이 수립되어야 한다. 또한 OSC는 주제어실 및 TSC 요원에게 발전소의 비상운전 업무를 지원할 수 있도록 전용전화와 발전소내·외 지역과 통화할 수 있는 다이얼 전화가 설치되어야 한다.

3.0 국내·외 비상대응설비 규제요건

3.1 국내 규제요건

국내에서도 TMI-2 원자력발전소 사고이후 미국의 규제사항 및 지침을 분석하여 국내적용을 검토하여 과학기술부에서 “TMI 사고분석에 따른 조치방안”을 발표(1980년 12월)하여 국내 원자력발전소에 대한 보완요건을 종합적으로 제시하였고 이중에 비상대응설비(ERF) 및 안전변수 표시계통(SPDS)을 적용 우선순위 1등급으로 분류하여 국내원전에 비상대응설비를 설치하여 현재 운용하여 사용하고 있다.

표1. 국내원전의 비상대응설비(기술지원실/운영지원실) 규제요건

설비 내용	기술 지원실(TSC)	운영 지원실(OSC)
1. 기능	<ul style="list-style-type: none"> - 비상대책실 발족전까지 비상대책실 기능수행 - 주제어실의 혼잡을 방지하고 주제어실 요원에게 적절한 기술적, 행정적 지원 제공 - 주제어실요원을 원자로 계통 조작 없는 주변 업무로부터 구제 	<ul style="list-style-type: none"> - 비상시기 지명된 보수지원요원들의 대기장소 - 주제어실 TSC, EOF 요원과 협조 체제를 구축하고 비상 대응활동을 지원
2. 발족시기	- 비상발령후 1시간 이내	-
3. 위치	- 주제어실에 근접하고 동일 건물내 위치	- 주제어실, 기술지원실과는 별도의 시설로 발전소내 위치
4. 구성요원	- 사업자가 기 지명한 기술지원요원 및 규제기관 요원	- 사업자가 기 지명한 요원
5. 크기	- 구성요원과 운영에 필요한 기기자료를 위한 공간(호기당 : 200 m ²)	- 구성요원과 운영에 필요한 기기자료를 위한 공간 (호기당 : 150 m ²)
6. 구조	- 지진, 태풍, 홍수등을 포함하여 발전소 수명기간 동안 견딜수 있는 구조	- 일반 건축물과 같은 기준
7. 거주성	- 사고 기간중 전신 방사능 피폭량이 0.05Sv를 초과하지 않는 정도 및 적당한 온도 습도 및 공기 청정도 유지	<ul style="list-style-type: none"> - 비상시기 지명된 보수지원요원들의 대기 장소 - 거주성 요건이 주제어실과 다른 경우 오염시 대비한 소개절차 및 예비시설 지정
8. 통신설비	<ul style="list-style-type: none"> - 과학기술부, 한국원자력 안전기술원 비상계획구역내의 광역 및 기초 지방 단체와 전용전화 (필수) - 주제어실, EOF, 및 OSC와의 전용 전화 (필수) - 발전소내·외 지역과 연결되는 유선 (사선 및 국선) 및 휴대전화 (필수) - 송수신 전용 FAX (필수) - 주제어실, EOF와의 음성 및 데이터 통신설비 (선택) - 기타 PC통신등의 통신수단(선택) 	<ul style="list-style-type: none"> - FAX (필수) - 발전소내·외 지역과 연결되는 유선 (사선 및 국선) 및 휴대전화(필수) - 기타 PC통신등의 통신수단(선택)
9. 비상정보 시스템	<ul style="list-style-type: none"> - 안전정보 표시장치(SPDS) · 사고전의 발전소 정상상태 운전조건 사고를 유발 시키는 과도상태, 사고 전과정에 걸친 발전소계통을 충분히 판단할 수 있는 정확하고 신뢰성 있는 정보를 제공되어야 하며 이 데이터들의 입수, 저장, 처리, 재생 전송 표시할 수 있는 설비를 갖추어야 한다 	- 해당 없음

설비 내용	기술 지원실(TSC)	운영 지원실(OSC)
	<ul style="list-style-type: none"> 이 시스템은 비상기술지원실 요원들이 사고상황의 검토, 적절한 완화 조치 결정, 손상 정도의 평가복구 및 운전동안 발전소 상태 판단 등을 할 수 있는 것이어야 한다 	<ul style="list-style-type: none"> 해당 없음
10. 비치자료 및 장비	<ul style="list-style-type: none"> 발전소 기술시방서, 운전지침서, 비상운전 절차서, 운영기술지침서 FSAR, 방사선 비상계획서 각종 절차서등 TSC 운영에 필요한 자료 비상 통신망, 방사선 계측장비, 선량 평가에 필요한 장비, 옥소계 등 	<ul style="list-style-type: none"> 보수 절차서, 기술사양서 각종 도면 등
11. 비상전원	<ul style="list-style-type: none"> 전력상실에 대비한 비상전원설비 설치 	<ul style="list-style-type: none"> 전력상실에 대비한 비상 조명설비 설치

3.2 미국 규제현황

TMI-2 발전소 사고이후 미국 원자력위원회(US NRC)에서는 그 사고원인을 조사 분석하여 대응 조치로서 다수의 규제요건 등을 발표하였다. 그중 비상대응설비에 대해 최종규제인 US NRC의 NUREG-0696와 전력회사(Utility)들의 의견을 검토하여 작성한 규제요건인 NUREG-0737 Supplement.1를 발표하여 미국 원자력발전소 비상대응설비의 규제요건으로 사용되고 있다., 또한 원자력 발전소를 운영하고 있는 프랑스, 일본, 캐나다 등 세계 여러 나라에서 일부 또는 전부를 채택하여 비상대응설비의 규제요건으로 사용되고 있다. 비상대응설비의 기술지원실(TSC), 운영지원실(OSC)의 최종 규제요건인 NUREG-0696 및 NUREG-0737 Supplement 1의 요건의 내용은 다음과 같다.

표2. 미국원전의 기술지원실 규제요건

설비 내용	NUREG-0696	NUREG-0737 Supplement.1
1. 기능	<ul style="list-style-type: none"> 비상시 주제어실에 많은 사람이 모여들어 혼란스러운 상황이 발생하는 일이 없도록 하고 주제어실 요원에게 적절한 기술적, 행정적 지원을 제공하기 위한 설비 	<ul style="list-style-type: none"> 좌 동
2. 신뢰도	<ul style="list-style-type: none"> 이용율 99% 이상 	<ul style="list-style-type: none"> 언급 없음
3. 인원소집 지원개시 소요시간	<ul style="list-style-type: none"> 비상발령후 30분 이내 	<ul style="list-style-type: none"> 비상 발령후 1시간 이내
4. 위치	<ul style="list-style-type: none"> 주제어실로부터 2분이내의 거리로 가능한 동일건물내의 가까운 곳에 위치 	<ul style="list-style-type: none"> 발전소 보호구역내에 위치 할 것
5. 요원	<ul style="list-style-type: none"> 기 지명된 발전소 자체 기술요원 및 관리요원 20명과 5명의 NRC 요원으로 구성 (총25명) 	<ul style="list-style-type: none"> 기 지명된 기술요원, 고급기술요원 사업자요원 및 기 지명된 5명의 NRC요원
6. 크기	<ul style="list-style-type: none"> 요원 1인당 2.1 평 (총25명) 자료표시계통, 요원접근 위한 공간 자료송수신 장비를 위한 공간 발전소 기록 및 자료보관을 위한 공간과 요원의 이용을 위한 공간 NRC요원 3명을 위한 공간 	<ul style="list-style-type: none"> NRC 및 기 지명된 사업자요원과 운용에 필요한 기기 자료를 위한 공간

설비 내용	NUREG-0696	NUREG-0737 Supplement.1
7. 구조	- 폭풍, 홍수, 지진에 견딜수 있는 구조 - 내진 Category 1 및 ESF요건을 만족 하여야 함.	- 일반 건축물 규격에 준해 설계 할 수 있다
8. 거주성 요건	- 주제어실과 동일한 거주성 요건 - Charcoal 및 HEPA 필터를 포함한 환기설비 설치	- 사고기간중 전신방사능 피폭량이 5Rem을 넘지 않을 것 - 방사선 보호장치, 감지설비 설치
9. 통신설비	- NRC 운전센터와 전용전화 - 주제어실, EOF, OSC와의 전용전화 - 지역 비상대책 관련기관의 전용전화 - 발전소내·외 지역과 연결되는 다이얼 전화 - TSC, EOF 및 본사 비상대책간의 모사전송기(팩스) 설치	- 주제어실, EOF와의 음성 및 데이터 통신설비 - NRC 운전센터, OSC 및 지역 비상 대책기관과의 음성 통신설비
10. 데이터 계통장비 및 비치자료	- R.G 1.97에 명시된 모든변수표시 - 사고전 2시간, 사고후 12시간동안의 발전소 정보저장 - 2주 동안의 사고후 발전소 상태 자료저장 - 발전소 기술사양서, 운전지침서 비상운영절차서, FSAR 운전기록 등 TSC운영에 필요한 자료제시	- R.G 1.97에 명시된 변수 및 기상 관측 변수 - 사고분석을 위한 현재의 발전소 기록자료 비치

표3. 미국원전의 운영지원실 규제요건

설비 내용	NUREG-0696	NUREG-0737 Supplement.1
1. 기능	- 비상시 기 지명된 운전지원요원들의 집합장소로 주제어실과 TSC요원들과의 협조체제를 구축하고 관련업무를 지원함	- 좌 동
2. 신뢰도	- 주제어실 및 TSC와 별도로 발전소내 위치	- 좌 동
3. 요원	- 기 지명된 OSC요원	- 좌 동
4. 거주성	- 별다른 거주성 요건은 없으나 대량 방사능 누출사고시 비상 철수 계획을 준비하여야 함	- 발전소 보호구역내에 위치할 것
5. 통신설비	- 주제어실 및 TSC와 전용전화 - 발전소내·외 지역간의 다이얼 전화	- 주제어실, TSC 및 OSC와의 음성 통신설비

4.0 차세대원전(APR-1400)의 비상대응능력 향상을 위한 최적 배치설계

4.1 비상대응설비 설계현황

차세대원전(APR-1400)의 GA 표준발행과 관련하여 18차 원자력심의위원회('98. 2. 6)에서 통합 건물(복합건 물)을 배치하도록 결정하였으며 발전소 비상대응설비의 기술지원실과 운영지원실은 양 호기 면적을 확보 후 복합건물에 통합 배치하고 주제어실은 보조건물에 배치하기로 결정하였다. (그림.1)

4.2 비상대응능력 및 접근성 불리

가. 기술지원실

차세대원전(APR-1400) 설계개발 3단계 예비발행기준 발전소 일반기기 배치도(표준원전과 동일)와 같이 복합건물에 기술지원실(TSC)을 설치할 경우에는 주제어실과 기술지원실이 별도의 건물에 분리되어 기술지원실 요원과 주제어실 운전원간 Face-to-Face Meeting이 가능하지 않으며, 통신시설 고장 또는 의사전달 오류 발생시 비상대응설비로서의 기능을 원활히 수행하는데 비상대응능력이 떨어진다. 또한, 미국 원자력규제위원회와 정부규제기관이 요구하고 있는 거리요건(2분)은 만족하지만 기술지원실이 비상대응설비로 효율적인 기능이 수행될 수 있도록 권고한 “가능한 주제어실과 동일한 건물내 근접하여 설치”에 관하여 위치가 불리하다.

나. 운영지원실

복합건물 4층에 배치될 경우 관리구역 출입구에서 멀리 떨어져 있어 발전소 비상상황 발생시 비상대기요원의 관리구역에 신속한 접근이 불리하다.

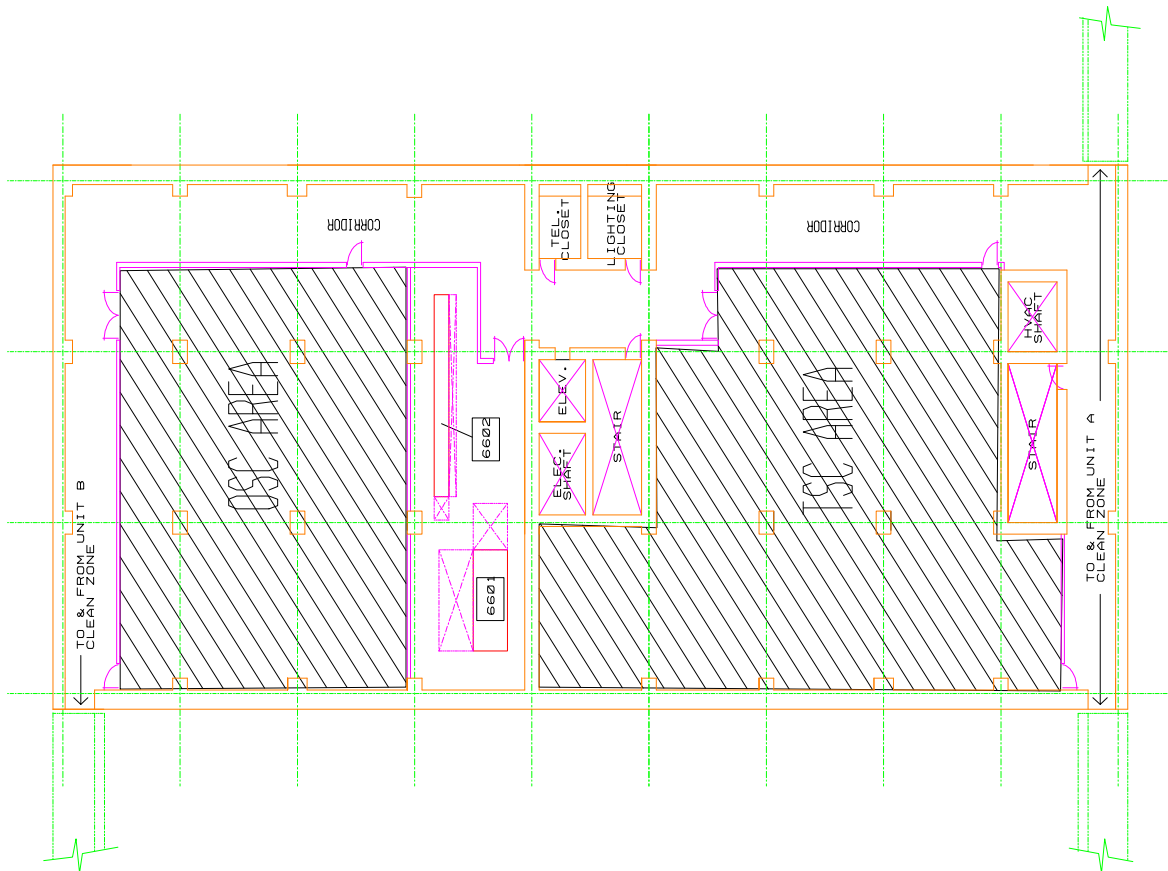


그림1. 차세대원전(APR-1400)의 비상대응설비(TSC와 OSC) 복합건물 4층에 설치(개선전)

4.3 사고시 비상대응능력 향상을 위한 최적 배치방안

4.3.1 비상대응설비 관련 인허가 요건검토

비상대응설비 인허가 요건 검토(설치위치, 설계면적, 기능, 거주성, 통신설비 등), 과기부 고시, 미국 NRC(NUREG-0696/0737 Supplement.1)과 해외 규제현황을 파악(미국, 프랑스, 일본, 캐나다 등)하여 차세대원전(APR-1400)의 비상대응능력 향상을 위하여 관련인허가 사항을 검토하여 설계개선을 수행하였다.

4.3.2 비상대응설비 최적배치

가. 기술지원실(TSC)의 이동배치(그림.2)

발전소 비상 및 비정상 운전상태 발생시 전문기술요원이 조직적이고 신속한 비상대응을 가능케 하기 위하여 복합건물 4층으로 부터 보조건물 4층의 주제어실 근처로 다음과 같은 사항을 고려하여 이동 배치하여 비상대처 능력을 향상시켰다.

- 주제어실 편의시설 인접지역에 기술지원실 사무실(책상, 컴퓨터 등), 비상운변수 감시설비 방사선감시계통 관련 공간 확보 및 기기배치 하고 주제어실과 기술지원실과 출입문을 설치
- 주제어실 근처 복도지역내 기술지원실 추가공간 확보 및 기기배치
 - 정부규제기관 및 언론사 직원 대기실 등
- 주제어실 근처 복도 지역내 기술지원실 추가확보에 따른 거주성 검토
 - TSC 지역으로 유입되는 Unfiltered Air의 추가유입에 따른 사고시 방사선 선량평가
- TSC 일부구역을 주제어실 구역에 포함하여 1개 화재구역 재설정(그림.3)
- 보조건물내(주제어실 인접구역) 기술지원실 이동배치에 따른 공기조화설비설계개선

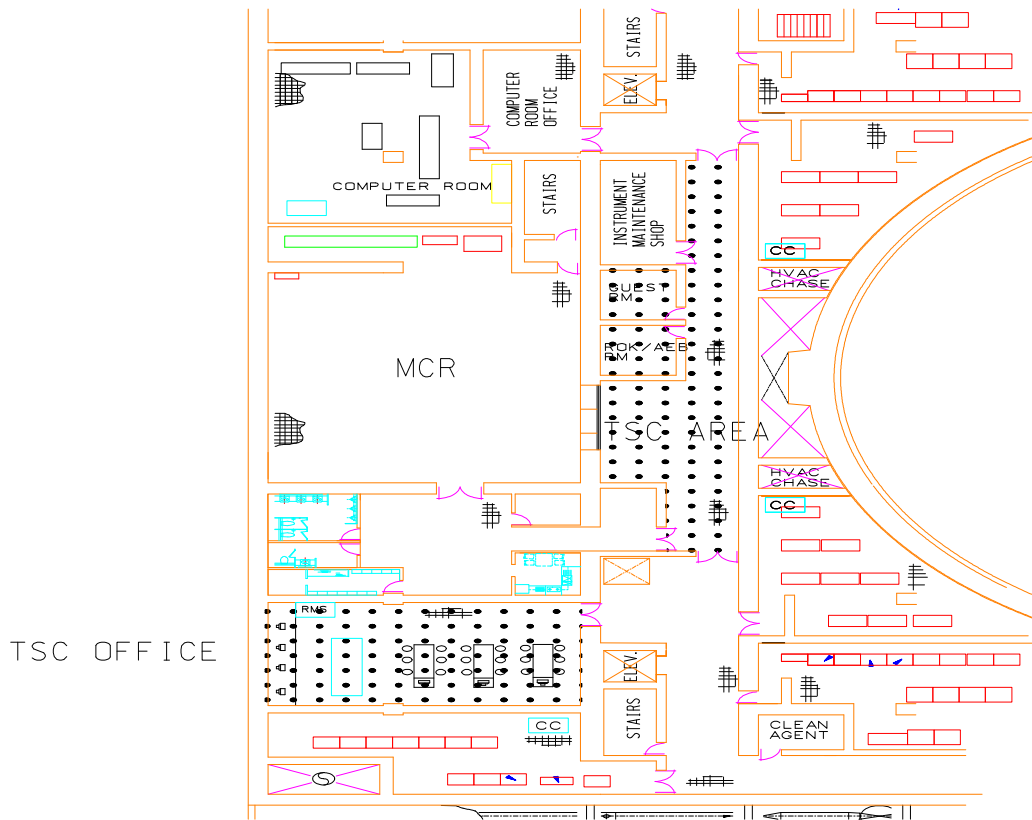


그림2. 기술지원실 주제어실 인접구역 지역으로 이동배치(개선후)

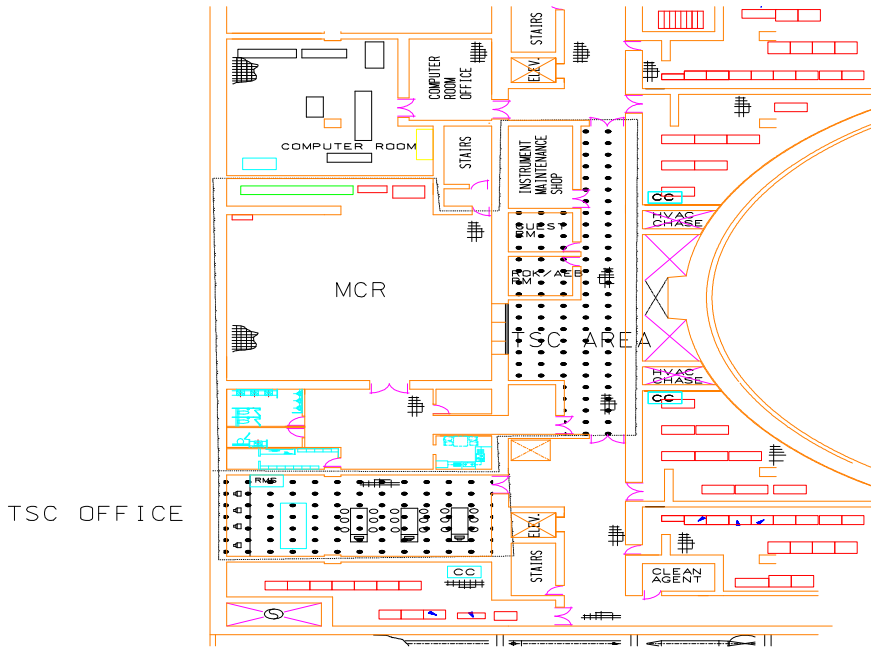


그림3. 주제어실과 기술지원실 화재구역 설정도

나. 운전지원실(OSC)의 이동배치

발전소 비상상황 발생시 비상대기요원의 관리구역에 신속한 접근을 위하여 다음과 같은 복합 건물 4층에서 복합건물 3층과 1층으로 이동배치 설계하여 관리구역의 접근성을 향상시켰다.

- 한 호기분 : 1층에 배치 비상대기요원의 관리구역 접근성 향상 (그림.4)
- 한 호기분 : 3층에 배치 (그림.5)
- 운영지원실 이동 이동배치에 따른 공기조화설비 설계개선 등

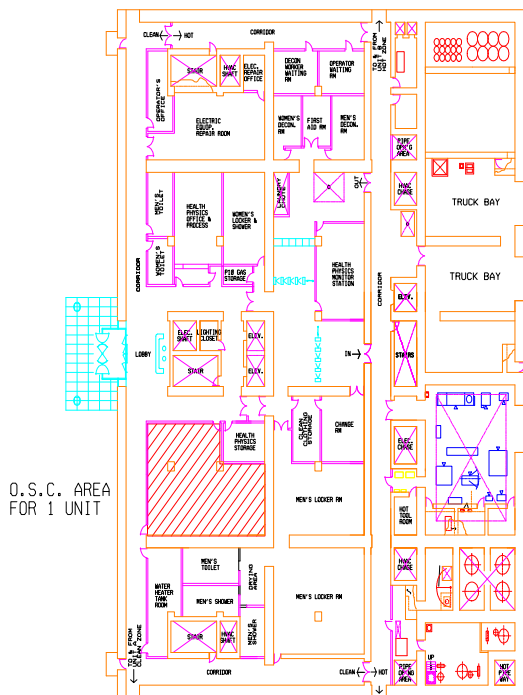


그림4. 복합건물 1층 운영지원실(개선후)

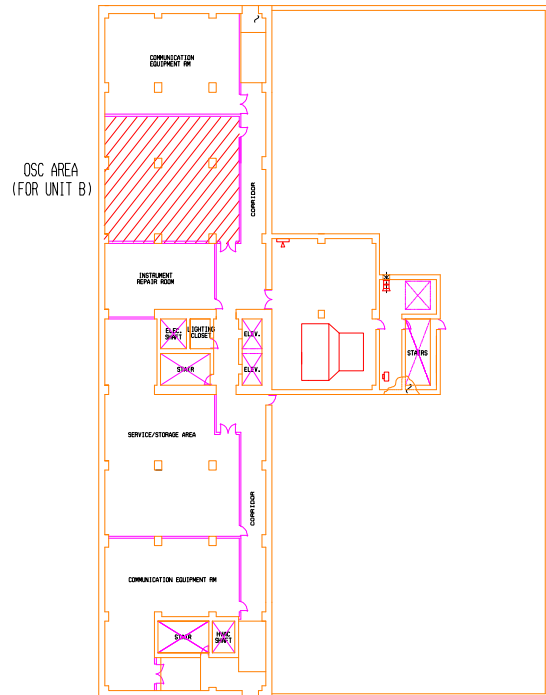


그림5. 복합건물 3층 운영지원실(개선후)

5. 결 론

차세대원전(APR-1400) 설계기술개발 3단계 발전소배치(PI 기준)에서 비상대응설비(TSC,OSC)가 주제어실과 떨어져 복합건물 4층에 설치되어 있어 주제어실과 거리요건은 만족하지만 접근성이 불리하였다. 비상대응설비(TSC)를 주제어실 인접구역에 배치설계함으로서 발전소 비상 사고시 주제어실 운전원과 기술지원실 지원요원간 Face-to-Face 협의가 가능하고, 통신시설의 고장 또는 의사전달 Error 등으로 인한 문제가 발생되지 않아 사고 대처능력이 크게 향상 될 것이다. 또한, 운영지원실을 복합건물 3층과 1층에 각 1개 호기용으로 분산 배치로 관리구역의 신속한 접근이 가능하다. 따라서 비상대응 대처효과를 정량적으로 측정하기 곤란하지만 실제 발전소 비상 사고시 발전소 비상요원이 주제어실 인접구역(기술지원실)에서 주제어실의 비상상황을 신속·정확히 파악하여 대처하고 발전소 상황판단에 실질적인 도움되어 비상대응 대처능력이 선행호기보다 크게 향상 될 것으로 기대된다.

6. 참고문헌

- 1) 전력연구원, 차세대원전의 발전소 기기배치 설계최적화에 관한 검토, '99.9
- 2) 전력연구원, 차세대원전 복합건물 설계개념 검토보고서, '99.9
- 3) 원자력 법령, 과기부 고시 96-4호
- 4) NUREG-0696, '81.2 NUREG-0737 Supplement.1, '81.11
- 5) EPRI. Vol.II. Chap.10 Para.4.9.1 MCR
- 6) 한국전력, 한국표준원전(1000MWe)설계개선사업 종합보고서 제1권, '99.1
- 7) 한국전력, 원자력발전소 표준화설계를 위한 조사용역 최종보고서, '89.8
- 8) 한국전력, 원자력연수원, 원자력비상대책, '96.2
- 9) 한국전력, 영광원전본부, 영광원전 3,4호기 방사선비상계획서, '00. 7