

原子力 發電所의 火災 安全計劃에 관한 研究

A Study on The Fire Safety Design of Nuclear Power Plants in Korea.

金 運 亨*
Kim, Woon Hyung

.....
Abstract

It has been generally accepted that nuclear power (NPP) is suitable for power supply in Korea because of its economical profits and pollution-free energy.

When designing or operating a NPP, the main points to be borne in mind are the hazards of and protection against an uncontrolled release of the large quantities of radioactive substances which are always generated in a nuclear reactor while it is in operation.

Multiple independent safety systems are provided which should prevent this from occurring. Thus fire prevention measures in NPP follow the "Defense-in-depth" concept.

This study aims to suggest the fire prevention measures and to demonstrate information which is needed for NPP planning and its safety assessment. The findings of this study can be used as useful data for fire protection planning at the first phase of NPP design.

.....

목 차

- 1. 서 론
- 2. 원자력 발전소의 역사
 - 2.1. 한국의 원자력 발전소에 대하여
 - 2.2. 세계의 원자력 발전소에 대하여
- 3. 원자력 발전소의 시스템
 - 3.1. 발전을 위한 시스템
 - 3.2. 안전을 위한 시스템
- 4. 원자력 발전소의 화재 사고 사례
 - 4.1. 체르노빌 원자력 발전소
 - 4.2. 브라운스 페리 원자력 발전소
- 5. 원자력 발전소의 화재 안전계획
 - 5.1. 화재 위험성

- 5.2. 방화 설계
- 5.3. 방화관리, 조직
- 6. 결 론

1. 序論

국민소득증대로 인한 전력 소비는 꾸준히 증가되고 있으나 이를 위한 공급능력은 거의 제자리에 머무르고 있다. 두차례에 걸친 석유 파동과 걸프 사태를 경험한 우리나라는 안정적이고 균형있는 電源의 확보가 무엇보다도 절실하며 이를 위한 원자력발전소의 건설은 원료구입의 용이성, 발전 원가의 경제성, 무공해 에너지등의 장점을 고려할 때 계속 증가될 전망이다.

* 正會員, 東國大 大學院 博士課程

이러한 원자력 발전소의 설계 및 운전시 가장 중요한 것은 일반 공중에 대한 安全性(Safe Performance) 이며 특히 다량의 放射性 물질의 조정 불가능한 방출에 대한 위험성과 그 보호에 있다. 그러므로 예상하지 못한 대형화재에 대비한 原子爐 및 관련 주변건물에 대한 防火對策은 그 피해의 심각성이나 原電의 작동불능에 따른 경제적 손실등을 고려할 때 매우 중요시 된다고 판단 된다.

작동불능에 따른 경제적 손실등을 고려할 때 매우 중요시 된다고 판단된다.

따라서 본 연구는 원자력 발전소의 사고 사례를 통해 화재특성을 파악, 분석하여 방화계획 및 그 안전 성능을 평가할 수 있는 방법과 법적 기준 설정에 필요한 기초 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

2. 原子力發電所の 歴史

2.1. 한국의 원자력 발전소에 대하여

국내에서는 1968년 원전건설 계획이 구체화되어 1970년 고리 1호기가 완공, 가동됨으로서 본격적인 원자력 시대에 들어섰다. 현재 가동중인 원전은 총 9기에 불과하나 전력 생산은 전체 발전량의 절반에 가까우며 이러한 수치는 에너지 정책적, 경제적, 사회환경영향의 측면에서 볼 때 계속 증가하리라 전망된다.

1991년 현재 가동중인 원전의 운전 상황은 표 1.과 같으며, 1992년~2006년까지 15개년 장기

표1. 국내 운전중인 원자력 발전소 현황

발전소명	시설용량 (KW)	원자로형	위 치	상업운 전일자
고리 1호기	58만 7천	加壓輕水爐	경남 양산군	1978.4
고리 2호기	65만	加壓輕水爐	경남 양산군	1983.7
고리 3호기	95만	加壓輕水爐	경남 양산군	1985.9
고리 4호기	95만	加壓輕水爐	경남 양산군	1986.4
월성 1호기	67만 9천	加壓輕水爐	경북 경주군	1983.4
영광 1호기	95만	加壓輕水爐	전남 영광군	1986.8
영광 2호기	95만	加壓輕水爐	전남 영광군	1987.6
울진 1호기	95만	加壓輕水爐	경북 울진군	1988.9
울진 2호기	95만	加壓輕水爐	경북 울진군	1989.9
계	761만 6천			

1) 한국전력공사, "원자력발전과 환경안전", 한국전력공사, 1990.12, pp.73~74.

전원 개발계획에 따라 모두 18기의 원전이 추가로 건설될 예정이다."

2.2. 세계의 원자력 발전소에 대하여

1942년 12월 페르미가 최초로 지속적인 핵분열을 일으킨 이래 최초의 원자력 발전은 1951년 12월 미국의 아이다호주 국립 원자로 시험소의 高速 增殖爐 타입으로 150kw의 가정용 발전에 성공하여 사막의 한 가운데 아르코라는 마을에 한 시간 정도 송전하였다. 실용성있는 최초의 원자력 발전소로서는 3년 후인 1954년 소련의 모페닌스쿠발전소가 5,000kw 발전에 성공하였다. 여기서는 농축 우라늄을 연료로 사용하고 흑연의 中性子를 감속시켜 경수를 冷却材로 하였다.

최초의 상업적인 원자력 발전소로서 1956년 영국의 콜더홀(Calder Hall)에서 출력 41,000kw로 운전을 개시하였으며 이 당시 영국에서는 농축 우라늄대신 천연 우라늄을 사용하고 탄산가스를 냉각재로 사용하였다. 현재 상업용 원자로로서 가장 널리 사용되고 輕水爐型 원자로는 1957년 12월 2일 펜실버니아주 쉽포트(Shipping Port)의 加壓水型(Pwr) 발전소(발전용량 6만kw)가 최초이다. 이 원자로형은 미국 해군이 원자력 잠수함에 사용한 것을 지상의 발전소용으로 설계하여 고친 것이다.

沸騰水型(Bwr)은 1956년 미국의 아르곤 국립 연구소에서 4,500kw의 발전 시험로로 등장하였으며 이 타입의 최초의 발전소는 미국 일리노이주 그룬디 카운티(Grundy County)의 드레스덴(Dresden) 발전소(발전용량 21만kw)가 있다. 1965년 캐나다의 온타리오(Ontario)주 더글라스 포인트(Douglas Point)에 重水를 사용한 20만kw의 원자로가 건설되었다.²⁾ 이러한 4가지 원자로 형식의 가스 冷却 원자로와 加壓 輕水型 원자로, 沸騰水型 원자로, 重水爐는 그 안전성, 경제성 등으로 원자력 발전소의 주종을 이루고 있다.

현재 원자력 발전소는 27개 국가에서 총 4백 23기가 가동중이며 세계 총 발전량의 약 17%를 차지하고 있다. 원전발전량은 프랑스가 미국에

2) 한국원자력산업회의, "원자력 입문", 한국원자력산업회의, 1988.12, p.61.

이 세계 2번째 다음 소련 일본 서독 등의 순으로 9기의 원전을 가동중인 한국은 제10위의 발전량을 기록하고 있으며 원전비율은 세계에서 프랑스(75%) 다음으로 높다.³⁾ 원자로형의 기본적인 차이점은 사용재료, 減速材 및 冷却材의 적절한 조합, 설계 접근방법 등에 따르며 세계 각국에서 운전 중 또는 개발중인 원자로의 종류와 구성 요소는 표2.와 같다.

표2. 원자로의 종류와 구성요소

원자로의 종류	연료	감속재	냉각재	비고	
沸水型	沸騰水型	농축우라늄	경수	경수	세계적으로 사용
	加壓水型	농축우라늄	경수	경수	국내 대부분 형식
가스형	가스冷却型	천연우라늄	흑연	탄산 가스	영국을 중심으로 사용
	高温가스型	농축우라늄 토륨	흑연	헬륨	발전이외 제철등 다목적 이용가능 독일에서 개발중
중수형	輕水冷却型	농축우라늄 천연우라늄 플로토늄	중수	경수	일본에서 개발중
	重水冷却型	천연우라늄	중수	중수	캐나다를 중심으로 사용됨
고속형		플로토늄	없음	나트륨	세계적으로 개발 중에 있음

3 원자력 발전소의 시스템

3.1. 발전을 위한 시스템

화력 발전과 원자력 발전과의 차이점은 화력 발전의 열원이 석유, 석탄, LPG, LNG를 연료로 하는 보일러에 대하여 원자력 발전은 우라늄, 플로토늄 등의 핵 분열시 생기는 열을 이용하여 증기를 발생시키는 원자로를 이용한다는 점에 있으며, 그 증기에 의해 터빈을 회전시켜 직결한 발전기에 의해 전력이 발생된다.

원전 구성요소 중 가장 엄격한 감시 체제와 안전대책이 요구되는 원자로의 형식은 국내의 경우 경제성이 우수한 減速材로서 경수를 사용하고 있는 경수로형이 대부분이다. 이 중 비등수형 원자로(BWR)은 원자로 내에서 증기를 발생하여 이를 직접 터빈에 보내는 방식이며, 가압수형(PWR) 원전소는 원자로에서 발생한 고온, 고압의 열탕을

증기 발생기(열 교환기)에 보내 여기에서 별도의 계통을 순환하고 있는 물을 증기로 바꿔 터빈에 보내는 방식이다. 가압경수로에서는 중성자를 흡수하는 制御棒을 爐心部 윗쪽에 설치하나 비등수형 원자로는 아래쪽에 설치한다. 원자로의 주요 구성 요소로서는 1). 핵분열을 일으키는 연료(우라늄, 플로티늄등), 2). 핵 분열에 의해 새롭게 발생된 중성자를 다음의 핵 분열을 일으키기 쉬운 상태로 만들기 위한 감속재(경수, 중수, 흑연등), 3). 발생되는 열을 얻기 위한 냉각재(경수, 중수, 탄산가스 등), 4). 핵 원료의 반응을 조절하는 제어봉, 5). 원자로의 방사선을 차단하는 차단재(生體 遮斷裝置)가 있다.⁴⁾

3.2. 안전을 위한 시스템

원자력 발전소의 설계, 건설, 운전, 보수, 해체, 철거등 일련의 단계에서 가장 중요한 것은 經濟性 보다는 安全性의 확보에 있다. 이를 위해 원자력 발전소의 설계 방법은 多重性(Redundancy), 多樣性(Diversity), 獨立性(Independency) 개념에 기반을 있으며 원자로의 형식이나 出力동 발전소의 기본적인 자료, 배치계획등에 입각하여, 이상발생의 방지를 위해 신뢰성이 높은 재료의 사용, 운전원의 吳動作이 만일 발생하더라도 안전 확보를 위한 Fail-Safe System, Interlock System을 채용하고 있다.

만일 원자력 화재사고로 인한 방사선 被爆이 발생하면 우선 원자로의 긴급정지와 더불어 노심의 충분한 냉각, 방사선 물질의 완전 차폐등이 요구된다. 여기서 원자로의 방사성 물질의 遮蔽를 위한 多重防禦개념(Multi Barrier Concept)은 다음과 같다.

1). 제1방호벽 - 핵연료 被覆管(Cladding); 우라늄원료는 우라늄의 산화물이라는 화학적으로 안정한 것을 고온에서 도기처럼 굳힌 것으로 이를 페렛(Fuel Pellets)이라 부른다. 페렛은 담배 필타 크기로 만들어서 부서지거나 飛散되는 경우를 방지하며, 방사성 물질은 이 속에 들어있다. 피복

4) 浦野 宗一, "原發爆發事故 と 安全對策", 近代消防, 29권, 1986.7, pp.34~38.

동아일보, 1991.5.31., p.1

관에는 페렛이 가운데 가득차 있으며 약 4미터 정도의 길이로서 지루칼로이(Zircaloy)라는 견고한 금속관에 넣어 밀봉한다.

2). 제2방호벽-원자로 용기(Reactor Vessel); 핵원료 피복관의 결합으로 인한 방사성 물질의 누출시 높은 압력에 견딜 수 있도록 두꺼운 강철로 된 압력용기와 배관에 의해 기밀성을 유지한다.

3). 제3방호벽-차폐 콘크리트벽(Shield Concrete); 원자로 주위를 둘러싸고 있는 두꺼운 콘크리트벽.

4). 제4방호벽-格納容器(Containment Vessel); 각종 기기를 수납하고 있는 공간 전체를 수용하는 돔형식의 두꺼운 강철구조물로서 정상 운전중이거나 원자로 냉각재 喪失사고시에 방사성 물질을 가두어 둔다.

5). 제5방호벽-생물학적 차폐벽(Biological Shield); 격납용기 바깥으로 두꺼운 철근 콘크리트 차폐벽을 설치하여 외부와의 기압조정이나 여러 겹의 필터 등으로 방사성 물질이 외부환경으로 流出되는 것을 막는다.⁵⁾

원자로의 공사중이나 준공 후에는 매년 정기적인 검사를 통해 안전상의 기능이 유지되도록 하고 있고, 원자력 운전요원에 대해 시뮬레이션을 통한 훈련을 실시하거나, 주변 토양 농작물 축산물 등의 방사선 피해 확인을 위한 모니터링을 수행한다. 그러나 이와 같은 안전성 확보를 위한 고려는 일반적으로 예상할 수 있는 재해 발생의 경우에 대비한 최선의 목표일 뿐이며 재해 예방 측면에서 볼 때 원전의 안전성과 防災計劃과는 분리하여 생각하는 것이 타당하다고 본다.

4. 原子力發電所の火災 事故事例

4.1. 체르노빌(Chernobyl) 원자력 발전소

1986년 4월 26일 새벽 1시 23분에 발생한 소련 우크라이나 공화국 체르노빌 원전사고는 단 한번에 방사성 물질이 지구를 오염시켰으며 많은 사람들을 불안케하여 원전의 신뢰성을 일시에 잃게

하였다. 사고의 발단은 정기적인 원자로 실험과 터빈의 Rundown 실험(외부전원 상실시 터빈 발전기 慣性으로 所內 非常 전력공급 가능성 확인 시험)을 수행하던 중 격심한 反應度爐走에 의한 出力爐走로 부터 시작되어 이에 따른 압력충격과 화재발생으로 고온의 노심과편들이 원자로 건물기붕 여러곳과 공작실 등으로 퍼져 30개 이상의 장소에서 화재가 발생하였다.

사고가 발생한 4호기는 흑연을 감속재로 사용된 비등수형(Bwr) 원자로(출력 100만kw)이며 노심의 높이는 23ft, 직경 39ft의 대형공간으로서 국외 출력의 制御가 매우 어려우며 더우기 격납용기(Containment)가 없기 때문에 화재시 발생한 높은 압력과 온도를 견디지 못하고 다량의 방사성 물질이 방출되었다. 사고당시에 발전소내에는 176명의 직원과 원전 건설을 위한 작업자 268명이 일하고 있었으며 화재 진압을 위한 각종조치가 취해졌으나 연기의 발생과 더불어 노심의 고온의 열 때문에 물이나 화학 소화약제등이 순식간에 증발하여 소화활동을 불가능하게 하였다. 또한 방사능을 포함한 흑연화재등으로 인하여 1986년 9월 현재 소방관을 포함 31명의 사망자와 300여명의 부상이 발생하였고 주변의 수만명이 대피하였으며 발전소 인근 1,000km²이상이 放射能에 汚染되어 이로인한 지역주민의 정신적, 경제적 피해는 극대 달하였다.⁶⁾

체르노빌 원전사고의 원인은 深層防護概念(Defense in-depth concept)이 결여된 원자로 설비의 결함과 더불어 운전원의 오판, 실수, 안전정의 무시등에 기인한 것으로 알려졌다. 대부분 국내 원전이 감속재로서 경수를 사용하고 있음 고려할 때 이와같이 노심이 화재로 발생되는 경는 생각하기 어렵다고 분석되어지나 원전 안전의 핵심인 안전운전에 대해 보다 만전을 기해야 할 것이다. 또한 放射線 火災와 같은 特殊火 발생시 이에 대처할 수 있는 종합적인 防火對策 수립과 더불어 이를 반영한 현행 원자력 발전 放射線非常計劃의 보완이 절실하다고 판단된다

5) 浦野 宗一, Ibid., p.40.

6) 원자력 안전센터, "체르노빌 원전사고와 국내원전 안전대책", 한국에너지 연구소, 1987.9, pp.5~6.

4.2. 브라운스 페리(Browns Ferry) 원자력 발전소

1975년 3월 22일 Alabama주 Decatur 브라운스 페리 원전의 화재가 발생하였을 때 3개의 비등수형(Bwr) 원자로(각 용량 1,067MW)중 1, 2호기는 가동중이고 3호기는 건설중이었다. 화재 원인은 1호기 건물 및 1, 2호기 조정실(Control Room) 아래 위치한 케이블 배선실(Cable Spreading Room) 사이의 케이블 관통부의 공기누출을 막기 위해 사용된 폴리우레탄 폼의 發火로 시작되었다. 이 관통부의 공기누출을 시험하기 위해 사용된 촛불에 의해 누설부위를 통해 들어온 바람으로 폼에 着火되면서 화재는 1호기 건물과 케이블 배선실 사이의 벽 관통부를 통해 확산되었다.

화재는 다행히 케이블 배선실에 설치된 고정식 이산화탄소 소화설비와 수동진압의 노력으로 鎮火되어 더 이상의 확산없이 발전소 내부로 국한되었다. 그러나 1호기의 각종 전기전원 및 배선과 조정 시스템에 광범위한 피해를 가져왔으며 냉각 장치 기능의 방해와 전체적인 발전소의 조정능력을 저하시켰다. 이로 인해 수개월 간 1, 2호기의 電源 공급이 불가능하게 되어 막대한 경제적 손실을 가져왔다.⁷⁾

이 화재는 원전의 防火體系에 중요한 결함의 있음을 드러냈다. 설계단계에 없었던 可燃性 재료의 사용과 공기 누출을 위해 사용된 불필요한 點火源인 초의 사용이 화재의 직접적인 원인이 되었으며 발화시 다른 가연성 재료인 배선 斷熱材와 관통부의 密封材 등은 화재의 확산을 용이하게 하였다. 화재가 쉽게 발생했다는 점은 방화상 가장 효과적이고 우선되는 수단인 火災豫防을 소홀히 하였다는 반증이며 화재발생후 사람들의 비효율적인 화재대응, 일부 소방장비의 작동불능 등의 문제가 발생되어 이전까지 安逸하게 다루어 왔던 원전의 방화계획의 전반적인 검토가 불가피하게 되었다.

브라운 페리 화재의 경험을 통한 교훈으로서는 1). 원전에 사용되는 가연성 재료의 사용억제

및 발화 遲延을 위한 피복의 고려 2). 불가피한 불꽃이나 용접등 잠재적인 점화원의 사용시에 대한 방화상 고려 3). 화재 발생시 신속한 진압장비의 확보에 주력 4). 대형화재 발생을 가정하여 주요기능의 손실을 최소화하는 설계방법의 마련 5). 대다수 기존 원전의 화재예방체계에 대한 보강의 필요등을 들 수 있다. 따라서 화재발생에 대비한 단계별, 시간별로 유용한 방화계획의 마련과 이에 대한 안전성(Redundancy) 평가등을 통한 안전대책이 설계, 건설단계에 고려되어야 하리라 생각된다.

5. 原子力 發電所의 火災 安全計劃

5.1. 화재위험성과 화재특성

원전의 화재발생시 가장 먼저 고려할 점은 화재로 인한 고온의 열이 안전 Shut-Down이나 원자로의 냉각에 영향을 주어서는 안된다는 것이다. 왜냐하면 연료에 심각한 피해를 주거나 방사성 물질의 방출가능성이 있기 때문이다. 국경없는 피해지역을 발생시키는 방사능 유출은 그 사태가 시시각각 변하는데 비해 상황파악을 위한 접근이 어려워 내용파악이 곤란하며 오감에 의한 직접적인 인식이 불가능하게 된다. 따라서 관할 소방기관에서는 지역 주민에 대한 정보전달, 피난유도, 경계구역의 설정, 구급활동등을 신속히 진행해야 한다. 화재시 해당 발전소에서는 消火 또는 燃焼 방지등의 응급조치를 해야하며 통보를 받은 소방기관은 방사성 물질에 의한 대원들의 피폭, 진압시 불에 의한 피해의 확대등이 없음을 충분히 확인, 검토된 후 소방활동을 시작해야 한다. 체르노빌 사고의 경우 현장의 소방관들이 희생되었다고 보고된 점은 소방대원은 반드시 방사선 노출에 대비하여 충분한 방호를 해야하며 방사선 露出 시간의 제한 또는 특별한 防護장비를 갖추어야 할 것을 요구하고 있다.

이러한 방사성 물질때문에 원전의 공간구획은 크게 統制지역(Controlled Zone과 非統制(Uncontrolled Zone)으로 구분되며 이는 방화상의 조닝(Zoning) 配置와 換氣, 系統의 설계에 영향을 주게

7) R.L.KENCH, "Fire Safety in Nuclear Power Stations", Loss Prevention News, 1989.7-9., p.12.

된다. 연기와 열의 피해를 限定시키기 위해 대공간을 독립된 작은 구획으로 구분하고 있는 일반적인 防火區劃의 개념은 원자로 건물내의 각기 다른 구획간에 요구되는 상호 기능적인 관련성에 균형을 맞추어서 계획되어야 한다.

대다수의 원전은 냉각수의 확보를 위해 해안의 외딴지역에 위치하게 되며 이는 화재발생시 公共 소방대의 출동 및 화재 대응능력을 어렵게 한다. 또한 대개의 경우 발전소내에는 運轉 및 補修에 필요한 최소인원만을 확보하고 있음을 고려할 때 手動式 소화진압에 대한 기대에는 한정이 있음을 알 수 있으며 이는 곧 自動的 固定式 소화시스템의 필요성을 역설한다.

5.2. 防火設計

5.2.1. 방화설계의 단계

防火設計의 접근방식은 화재의 發火를 방지하고 발화하려는 화재의 신속한 感知 및 소화와 그 피해의 限定, 그리고 주요 핵심기능에 대해 화재시 그 피해를 최소화하는 설계로 진행되어야 한다. 이를 위해 각 단계별 독립된 방화체계를 수립하며 각각의 완벽한 對備가 아닌 상호 보완을 통한 종합적이고도 체계적인 手段 강구가 바람직하다.

1). 火災荷重의 최소화를 위한 방화계획

설계단계시 대지내의 모든 건축물은 충분한 耐火성을 갖는 구조로 하며 특히 지붕부분이 화재에 의해 崩壞되지 않도록 한다. 또한 건물에 대한 裝飾적인 고려로 인해 화재하중이 증가되어서는 안된다. 건설 및 자재선정 단계시에는 원전건설에 사용되는 여러가지 架設材, 비계, 내부 구조물등 발화위험성이 많은 가연물의 발화방지에 주의한다. 건물의 내부에는 不燃性의 마감 재료를 사용하여 화재확산의 위험성을 최소화하며 플라스틱 재료의 사용을 가급적 억제하여 유독한 가스나 연기의 발생을 줄이도록 한다. 기타 단열재, 배관 및 배관 부속품, 천장재료등은 모두 불연성재료를 사용한다. 발전 시스템에 요구되는 多量의 가연성 액체, 기체등의 누설방지 및 관리와 더불어 터빈

제네레이터의 연료, 윤활유, 냉각제와 같은 위험물의 양을 최소화하여 3次元 火災로의 확대를 방지한다.

2). 화재 위험성의 分離를 통한 방화계획

화재의 확산방지나 有毒性 가스, 煙氣 및 방사능 물질의 오염등 화재에 수반되는 피해의 감소, 다중 안전체계(Multiple Independent Safety Systems)의 작동불능의 경우에 대비하여 防火設計基準(Redundancy Criteria)의한 적절한 방화상의 조닝을 마련하는 것은 모든 방화 설계의 기초가 된다.

원전의 각 구성요소는 전체적인 기능을 고려하여 각기 별도의 건물로 나누어서 배치한다. 특히 2基 이상의 원자로가 있는 경우, 각 발전단위는 독립된 방화상의 조닝을 하여 하나의 원자로가 發火할 경우 다른 원자로에 화재위험성을 증가시키지 않도록 한다.

전체적인 방화계획시 고려할 사항으로서는

- (1). 모든 건물을 統制지역(Controlled Zone)과 非統制 지역(Uncontrolled Zone)으로 구분한다.
- (2). 화재 안전상 핵심부분인 非常 電源장치, 冷却 장치, 전원 供給장치, 主制御室등을 별도로 구획한다.
- (3). 화재 하중이 특히 많은 건물-연료 저장고, 터빈 제네레이터, 變壓器 부분, 원자로 건물등도 별도로 구획한다.
- (4). 각 방화 조닝별로 화재 진압루트, 피난루트의 분리등 細部的인 방화조닝을 수립하여 화재위험성의 분리를 확보한다. 방화조닝 간 또는 방화조닝 내의 방화구획을 위한 요소로서는 (1). 火災荷重과 가연물등을 고려하여 충분한 거리를 확보한다. (2). 내화구조의 벽과 바닥으로 區劃한다. (3). 일정온도 이상의 내화성이 있고 화재시 자동폐쇄장치가 부착된 방화문을 설치한다. (4). 전기배선, 각종 배관, 덕트등 구조체를 관통하는 부분주위는 火熱 및 연기, 부식성 가스의 차단을 위해 밀봉처리한다. (5). 환기계통에 의해 방화조닝 간의 내부 공간의 구획이 불가능한 경우 독립된 계통을 확보한다.

3). 固定式 鎮壓裝備 시스템에 의한 방화계획 화재의 可能性을 원전의 안전성의 여부와는

관계없이 언제라도 발생될 수 있다. 발화하려는 화재의 신속한 감지와 그 피해를 최소화하기 위한 소방체계는 화재하중의 감소나 위험분리의 방화계획과 더불어 非常對應施設과 裝備, 비상要員의 확보에 의해 그 효용성이 좌우된다.

화재는 진압되기 전에 감지되어야 한다. 따라서 감지기는 설치 위치와 가연물의 특성에 적응할 수 있는 형식이 매우 중요하다. 감지된 화재情報는 신속하게 발전소內, 外部로 전달되어야 하며 이를 위한 通信體系는 비상요원이 常駐하는 주 제어실에서 總括하도록 한다. 화재진압용 소화시설은 크게 소화활동상 높은 水壓을 필요로 하는 물계통 설비-자동식 물분무 설비, 스프링클러 설비, 옥내·옥외 소화전 설비등과 低壓의 이산화탄소 소화설비 그리고 발전소 전체에 배치되는 移動式 소화장비 등으로 구분된다. 이러한 소화시설은 부주의한 작동이나 파손에 의해 구조물, 설비등의 안전성에 중대한 피해를 끼치지 않도록 설계되어야 하며 화재시 발생하는 가스체와 공중에 떠있는 방사성 물질의 換氣와 排煙을 위한 시스템은 방사능에 오염된 기류의 循環에 주의한다.

5.3. 防火管理, 總論

원전의 위치가 냉각수 取水로 인해 대개의 경우 격리되어 있으므로 화재발생시 대지외부의 신속한 消火援助가 어렵다. 따라서 대지내의 방화조직은 어느경우에도 계속 유지되어야만 한다. 화재가 발생시 隊員間의 통신과 지휘체계가 효과적으로 구성되어 있어야 하며 즉시 公共 소방관서에 연락되어야 한다. 모든 소방설비 시설물은 해당 지역의 소방관서의 도움을 받을 수 있도록 배치되어야 하며 관할소방대원은 현장의 방화설비와 비상시 계획에 대해 잘 알고 있어야 한다. 각 소방대원은 평상시 방사선 화재의 特性 및 爆發에 대한 내용을 파악하고 화재발생시 이에 대비한 장비를 갖추고 소방활동 책임자의 지휘아래 체계적인 소방활동을 수행하도록 한다.

원전안전에 직접적인 책임이 있는 원전 運營者에 대한 교육을 통해 비상시의 판단과 적절한

행동을 취하도록 하며 훈련은 건물의 화재위험성의 強度에 따라 그 실시횟수를 결정한다. 이러한 종합적인 방화관리계획은 책임있는 防火管理者에 의해 설계단계에서부터 고려되어야 한다.

6. 結論

원자력발전소의 안전성에 대해서는 개발 이래 많은 검정이 시행되어 왔으나 그 사용의 확대와 더불어 체르노빌원전, 드리마일원전, 브라운스페리원전등 안전사고가 발생되고 있음을 볼 때 원전의 안전성과 방화계획은 별도로 생각될 수 없다고 판단된다. 安全計劃중 非 安全狀況 즉 화재에 대한 대책으로서 비상시의 원전의 안전을 구체적으로 확보하여가는 설계 프로세스인 방화설계는 지진등과 같은 外部 危險性에 대한 안전수단과 조화를 이루면서 설계단계에서부터 종합적인 방재체제의 하나로서 진행되어야 한다.

이를 위해 본 연구에서는 체르노빌원전, 브라운스페리원전 화재사고를 통해 원전화재 被害의 위험성, 특수성 및 인명 및 재산피해를 최소화하기 위한 방화계획, 방화관리, 조직에 대해 논하였으며 그 결론은 다음과 같다.

- 1). 우리나라의 現行 原子力 發電所의 放射線 非常計劃은 화재예방, 감지 및 소화, 방사선 피해에 따른 인명, 재산보호등을 내용으로 한 防火對策이 포함된 綜合的인 防災計劃으로의 補完이 요구된다.
- 2). 원전 설계시 화재발생을 對備하여 각 단계별, 시간별로 독립된 防火計劃을 수립하고 이들의 相互 補完을 통한 종합적인 防火體系를 마련하며 이에 대한 安全性(Recundancy) 評價를 통한 火災 安全性能을 방재계획에 반영한다.
- 3). 원전의 消防體制는 화재하중의 감소나 위험분리등 방화계획과 더불어 放射線 화재와 같은 특수화재에 대비한 適應 소화설비 시설 및 화재 鎮壓設備 그리고 鎮壓要員의 確保가 마련되어야 한다.
- 4). 원전의 防火管理者는 방화관리 組織의 構成 및 화재시 진압계획, 교육 및 훈련계획, 防護수단의 검사등을 포함하는 종합적인 방화관리프로그램

을 작성하여 화재발생시의 피해를 최소화할 수 있는 체계적인 소방활동을 수행하도록 한다.

지금까지 국내에 도입된 원전의 안전성은 주로 원전 供給者인 미국, 캐나다, 프랑스등의 報告書와 公營國의 법규에 의해 評價되어 왔으나 運轉中の 원전의 안전성 특히 화재위험성을 客觀的으로 평가할 수 있는 자료는 전무한 실정이다. 따라서 원전화재 위험성의 定量的, 定性的인 分析을 통한 綜合的이고도 體系的인 確率論的 화재 위험성 評價技法의 개발이 絶실히 要求되며 앞으로 이를 위한 관련 연구가 進行되어야 하겠다.

참 고 문 헌

1. 한국 원자력 산업회의, "원자력 입문", 1988. 12.
2. 한국 에너지연구소 부설 원자력안전센터, "체르노빌 원전 사고와 국내 원전의 안전 대책", 1987.9.
3. 한국전력공사, "원자력 발전은 어느 정도 안전한가", 1989.5.
4. 한국 소방안전협회, 발전소 종합 방화대책 연구 조사, 1988.
5. 한국 원자력 산업회의, "원자력 연감", 1990.
6. 浦野 宗一, "原發 爆發事故 と 安全對策", 近代消防, VOL.291.1986.7. pp.34-38.
7. U S Nuclear Regulatory Commission, "Recommendations Related to Browns Ferry Fire", Nureg-0050, 1976.2.
8. Lawrence E. Whitman, "Fire Safety in the Atomic Age", Nelson-Hall Chicago, 1980.
9. National Nuclear risk Insurance Pools and Associations, "Fire Protection of Nuclear Power Plants", 1983. Revised.
10. R.L.KENCH, "Fire Safety in Atomic Plants", Fire Prevention, No.207, 1988.3.
11. R.L.KENCH, "Fire Safety in Nuclear Power Stations", Loss Prevention News, 1989. 7-9, p.12.
12. Factory Mutual, "Nuclear Power Plant", Loss Prevention Data, 1988.
13. National Fire Protection Association, "Fire Protection for Nuclear Power Plant", NFPA., 1980.