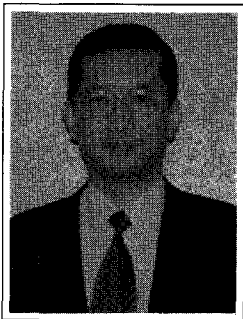


세계 원전의 화재 안전성 향상 조치 분석

염택수

한전 원자력발전처 발전운영부 부장



국제원자력기구(IAEA)에서는 세계 원자력발전소의 화재에 대한 안전성을 증진시키기 위하여 매년 심포지엄을 정기적으로 개최하고 있다.

97년에는 오스트리아 IAEA 본부에서 11월 18일부터 21일까지 「Upgrading the Fire Safety of Operating Nuclear Power Plant」를 주제로 하여 회의가 개최되었다.

세계 37개국에서 70여명의 화재 방호 전문가들이 참석한 이번 회의는

「Fire Safety Review」, 「Fire Safety Analysis」, 「Operational Experience and Data」, 「Upgrading Programmes」 등 4개 분야로 구분하여 진행되었다.

각국의 원전 화재 방호에 대한 경험, 화재 안전성 분석, 규제 기관의 규제 동향 및 방침, 각국의 원전 화재 방호 데이터베이스 구축, 화재 관련 정보 교환, 향후 개선 방향 등에 관한 분야별 주제 발표 및 토의에 이어 특정 주제에 대한 패널 토의 시간을 마련하여 원자력발전소의 화재 방호에 대한 정보를 상호 교환하는 기회가 되었다.

이번 회의에는 원자력발전소 운영자, 정부 관계자 및 규제 기관, 연구 기관 관계자뿐만 아니라 보험 회사, 소방 설비 제작자, 원자력 관련 출판업체의 편집자 등이 참석하여 여러 분야에서의 다양한 의견 개진과 함께 적극적이고 활발한 토의 진행으로 회의의 가치를 더하였다고 본다.

IAEA의 동향

IAEA에서는 93년부터 원자력발전소의 화재 안전 점검 방법, 화재 안전성 분석 방법, 화재 방호 조직 및 관리, 화재 방호 우수 사례 등 원자력발전소의 화재 안전성을 확보하기 위한 개선 방향을 제시하기 시작하였다.

최근에는 IAEA의 원자력발전소 안전 점검시 화재 방호 분야를 추가하여 해당 발전소의 개선 방향을 제시하고 있다.

원자력발전소의 화재 안전성과 관련하여 발행된 주요 자료로는 「Guidelines for Fire Safety Inspection and Operation in NPPs」, 「Preparation of FHA for NPPs」, 「Treatment of Internal Fires in PSA of NPPs」 등이 있다.

97년도에는 원자력발전소의 경험을 반영하기 위하여 「Fire Safety Related Operational Experience at NPPs」를 주요 목표로 정하여 운

전 경험을 반영한 화재 안전 관리, 화재 안전성 관련 사건들의 근본 원인 분석 등의 업무를 추진하고 있다.

이번 회의에서는 최근의 원자력발전소에 대하여 수행된 화재 안전성 점검 결과에 대한 발표가 있었다.

현재 진행중인 주요 업무로는 원자력발전소의 화재 안전성 관련 사고에 대한 근본 원인 분석 방법과 운전 경험의 반영 방안 개발 등이며, 화재 방호에 대한 이해를 증진시키기 위한 교육 체계로는 「Fire Protection and Environmental Qualification of Equipment Important to Safety in NPPs」와 같은 교육 과정을 두고 있다.

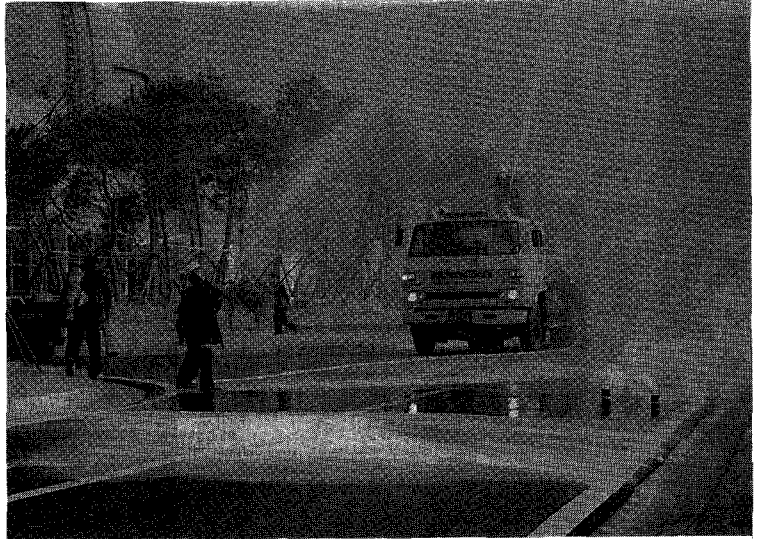
2000년에는 모스크바에 「원자력발전소의 화재 안전과 화재 방호」 강좌를 개설할 예정이다.

또한 IAEA에서는 원자력발전소에 대한 화재 안전성 향상을 위하여 종합적인 원전 화재 방호 지침서인 「Fire Protection in NPPs」 발행을 준비하고 있다.

규제 동향

미국 원자력규제위원회(NRC)에서는 97년 6월부터 'Risk informed and Performance based' 규제 추진을 검토하고 있다.

이에 따라 화재 방호와 관련하여 도출된 화재의 근본 원인 분석 미흡, 소규모 화재에 대한 보고 미흡, 화재



원전의 소방 훈련. 최근에는 IAEA의 원자력발전소 안전 점검시 화재 방호 분야를 추가하여 해당 발전소의 개선 방향을 제시하고 있다.

관련 사항에 대한 관리 부족, 화재 발생에 대한 불확실성, 정보의 전파 및 교류 체제 미흡 등 주요 개선 현안을 해결할 목적으로 새로운 규제 방안을 추진중에 있다.

이러한 NRC의 규제 강화 추세에 대하여 미국의 원자력 발전 사업자들은 화재 안전성 증진을 위한 새로운 규제는 불필요하며 현재의 규제 방침으로도 충분히 원자력발전소의 화재 방어 체계 유지가 가능하며 현실적이라는 의견을 표명하고 있다.

NRC 방침에 대한 규제 지침을 준비하고 있는 원자력에너지협회(NEI)는 원자력 발전 사업자의 참여 하에서 현재의 규제 관리 기준을 개선하는 방안을 도출중에 있으며, 중간 점검 과정에서 NRC는 원자력발전소의 화재 방호 규제가 좀 더 'Risk informed and Performance

based' 구조로의 개선이 필요하다는 의견을 개진하고 있다.

독일에서는 규제 기관이 원자력발전소의 화재 안전성 점검 결과를 주요 내용으로 원자력 발전 사업자와 협의하여 조치 가능한 화재 안전 수준을 규제 요구 사항으로 정하여 조치를 요구하고 있다.

원자력 발전 사업자는 이를 근거로 발전소 화재 안전성 관련 설비 개선 및 운영 관리 개선을 해오고 있으며, 이런 조치 방법이 규제자나 원자력 발전 사업자들에게 있어서 원자력발전소의 화재 안전성 향상을 위하여 가장 효과적인 것으로 확인, 추진하고 있다.

유럽 국가의 규제 기관들은 미국 NRC에서의 'Risk informed and Performance based'에 따른 규제 동향에 대하여 많은 관심을 갖고 있다.



OECD/NEA의 원전 방호 관련 연구 활동

실제 발전소의 경험들이 규제 기관이나 원자력 발전 사업자 모두에게 더 효과적이고 비용 측면에서도 이득이 되어 화재 안전 수준이 개선되는지를 관망하고 있으며, 향후 그 효과가 확인될 경우 미국의 규제 지침을 도입할 예정이다.

Fire Safety Analysis에 대한 현황

미국에서는 Fire Safety Analysis를 규제 지침에 따라 80년부터 많은 원자력발전소에서 수행하고 있으며, 발전소에 화재 방호 관련 기본 자료가 충분히 확보되어 있을 경우에는 확률론적 안전성 분석(PSA) 수행중 Safe Shutdown Analysis를 병행으로 수행하여 화재 안전성을 증진시키고 있다.

캐나다는 온타리오 하이드로사에서 IIPA(Independent Integrated Performance Assessment)를 수행한 결과, 발전소의 안전성 향상을 위하여 화재 안전성에 대한 설비 및 운영 관리 개선의 필요성이 도출되었다.

주요 내용으로는 화재 위험도 분석(Fire Hazard Analysis) 수행 미흡과 수행 조직의 미비, 법 및 기술 기준의 불만족, Cable Room의 기준 불만족, 화재 감시 설비 미흡, 발전소 내 나무·나일론·폐자재·유류 등 가연성 물질의 관리 부적절 등이 주요 개선 필요 사항으로 확인되었으며, 이런 문제의 개선을 위한 대책을 수립하여 조치를 수행할 예정으로 있다.

인도는 원자력발전소의 화재 안전

성을 위하여 관리자, 화재 방호 전문가, 시스템 엔지니어, 운전 및 정비 전문가 등으로 구성된 종합 대책 조직을 구성하여 미국화재방호협회(NFPA) 기술 기준으로 점검한 결과, 안전 설비 Cable Room의 Train 별 화재 차단 기술 기준 불만족, 방화문 및 관통구 관리 기준 불만족, 화재 감시 설비 미흡 등의 문제점이 도출되었기 때문에 개선 대책을 수립 조치중에 있다.

IAEA에서는 Fire Safety Analysis와 관련된 IAEA 화재 전문가, 각 원전의 화재 방호 전문가를 동원하여 네덜란드·체코·파키스탄 등 몇 개 나라의 원자력발전소 화재 안전성 분석을 수행한 결과, 화재 관련 전문 조직의 미흡, Fire Barrier 규격 불만족, Cable Room 내부 Train 분리 미비, Fire Door 관리 기준 불만족, 원자로 냉각수 펌프 기름 누설 처리 방법 미흡, 화재 방호 전문가 부족, 화재 진압 설비 노후화와 관리 미흡 등이 확인되어, 이와 관련된 원자력발전소측에 도출된 문제점들을 개선하도록 권고했음을 발표하였다.

이외에도 기타 국가의 화재 전문가들이 화재 안전성 점검 결과에 대하여 발표를 하였는데, 도출된 개선 필요 사항은 대부분 유사하였다.

데이터베이스 구축 및 정보 교환

미국에서는 「Fire Incident

Database」 사업을 추진중에 있으며 원자력 발전 사업자와 원자력 관련 보험 회사가 참여하여 에디슨전기협회(EEI) 자료와 전력연구소(EPRI), 각 원전 사업자가 보유하고 있는 모든 자료를 수집·정리하여 전산화를 실시하였다.

전산화의 기본 방침은 NRC에서 원자력발전소에 대해 'Risk informed and Performance based' 규제 방침을 정하여 추진하고 있는 것과 관련하여 화재 보고 체제 개선, 관련 자료의 정리 분석, 자료의 접근 등이 용이하도록 하였으며, 관리 내용은 화재 방호 설비의 자동 동작, 수동 동작, 불꽃 육안 감지, 화재 발생 잔해 등 모든 내용이 포함되도록 되어 있다.

이 사업이 완성되면 원자력 발전 사업자에게 모든 정보를 제공하여 최적의 투자 기준 확인이 가능하고, 규제자와 원자력 발전 사업자에게 모두 이득이 될 것이며, 원자력발전소의 안전성 향상에 크게 기여할 것으로 판단하고 있다.

인도는 화재 관련 데이터베이스를 준비중이며 85년 6월 Rajasthan 원전 2호기의 원자로 건물 내 화재, 93년 3월 Nanora 원전의 터빈 블레이드 손상에 따른 발전기 수소 폭발 및 화재 발생 사건을 예로 데이터베이스화 하는 방법을 발표하였다.

독일의 경우 화재 발생에 대한 보고나 정보 교환은 설비상의 큰 문제

발생을 제외하고는 거의 하지 않고 있으며 약 500Rx-year 동안 단지 24건의 화재 발생 건수만 보고되고 있다.

기타 토의 결과 IAEA의 원전 사고·고장 등급 분류(INES) 내용 중 화재에 관련된 내용이 매우 적어 유형 분석이나 개선 방안 도출이 불가능하다는 것과 화재시 필수적인 근본 원인 분석 미실시, 발전소 PSA에 필요한 충분한 데이터 부족 등의 문제점이 토로되었다.

또한 각국에서 IAEA에 대한 체계적인 보고가 되지 않고 있음을 지적하고 IAEA에서 보고 서식, 보고 대상 등 현 체제에 대해 개선할 필요가 많음을 표시하였다.

인도 대표자는 원전 화재 발생 내용에 대하여 IAEA의 INES와 같은 형태의 분류 체계를 갖추어야 한다는 의견도 제시하였다.

토의 주요 내용

토의에서는 참석한 전문가들간에 많은 의견들이 제시되었는데, 주요 공통 내용은 첫째, 원자력발전소의 화재는 이제까지의 경험으로 볼 때 발전소 안전성 향상을 위하여 매우 중요한 관리 대상이며, 둘째, 원자력발전소의 화재에 관한 사항은 전반적으로 인식이 미흡할 뿐만 아니라 화재에 관련된 사소한 사항들이 얼마나 중요한지 잘 인식하지 못하고 있고,

셋째, 화재 방호에 관련된 지식 수준의 제고가 필요하고, 넷째, 화재에 대한 불확실성이 잠재되어 있는 사항의 철저한 도출 및 개선이 필요함 등이었다.

이에 따라 Fire Safety Review를 통하여 많은 자료를 정리·관리하고 개선하여 화재로부터 발전소의 안전성을 유지할 수 있도록 조치가 필요하다는 결론을 내렸다.

기 타

회의 참석자들은 매년 개최되는 이 회의에 지속적으로 참가함으로써 서로 잘 알고 있었으며 화재 안전 분야 전문가들로 회의에 임하는 자세가 매우 진지하였다.

회의 참석을 계기로 IAEA와 세계 각국의 원자력발전소 화재 안전성 향상 추진을 위한 조치와 동향을 알게 된 것에 보람을 느꼈다.

국내 원자력발전소에서 조치중인 화재 위험도 분석과 화재 안전성 증진을 위한 자동 소화 밸브 설치, 관통구 밀봉, 화재 감지 설비 추가 설치, 화재 진압 설비 추가, 외부 전문 기관의 교육 등과 비교하여 필요 사항 등은 반영할 예정이다.

98년도 회의는 인도의 봄베이에서 개최하기로 결정하였으며, 참석자 모두 원자력발전소의 화재 안전성 향상을 위하여 모든 노력을 기울이기로 의견을 모았다. ☞