

방사능 비상훈련 개선방안 고찰

김태균, 백성원, 이순재, 박종문

(주)코스코텍, 부산광역시 연제구 거제1동 17-1

alexkim@kbebw.net

1. 서 론

최근 국제원자력기구(IAEA)는 방사선 및 원자력에 의한 위협의 범주와 비상의 형태 개념을 재정립하고, 위협 범주 별 위험도 분석 결과와 비상대응조치 소요 시간 및 거리를 고려한 분석결과를 기반으로 비상대응 조치 대상 구역의 범위 및 보호조치 운영개념을 보다 세분화하여 재정립하였으며 이의 활용을 권고하고 있다. 한편 원자력사업자들을 중심으로는 기존의 비상계획구역 등의 설정 논리가 20~30년 전의 분석 기술을 근거로 하고 있어 위험도가 과도하게 과평가 되었다는 의견을 제시하고 있으며, 위험정보 기반 평가(Risk-Informed Assessment) 방법 등을 활용하여 실질적인 위험도를 재평가하는 작업들이 속속 진행되고 있다.

본 글에서는 이러한 국제적인 권고사항 및 추세를 알아보고 이를 국내 비상훈련에 어떻게 반영함으로써 비상대응 능력을 개선할 것인지에 대하여 고찰하고자 한다.

2. 본론

IAEA의 원자력/방사선 위협범주^{[1][2]} 최근 국제원자력기구(IAEA)는 원자력 시설 부지 내부와 외부에 끼치는 위험도에 따라 위협범주 I, II 및 III으로 원자력 비상을 구분하고, 어느 곳에서나 발생할 수 있는 방사선에 의한 방사선 비상은 위협범주IV로 분류하였다. 위협범주 I, II 및 III은 원자력 시설에서의 위협 정도가 감소되는 순서로 표현되었으며 상업용 원자로 및 연구로 등이 포함되는 위협범주 I 및 II 시설은 광범위한 부지 내부 및 외부의 비상대책이 수립, 운영되어야 한다.

IAEA의 비상조치구역 설정 권고사항^{[1][2]} 이와 같은 위협범주 I,II 시설에서의 비상대책 수립을 위하여 IAEA는 이를 지역을 1차적으로 부지 내 지역(On-site area)과 부지 밖 지역(Off-site area)으로 구분하고, 부지 밖 지역을 다시 즉시 예방조치구역(PAZ: Precautionary Action Zone)과 긴급보호조치계획구역(UPZ: Urgent Protective Action Planning Zone)으로 구분하여 적용할 것을 권고하고 있다.

즉시예방조치구역(PAZ)은 위협범주 I 시설 주변에 미리 지정된 구역을 말하는 것으로 즉각적인 예방보호 조치가 사전에 계획되어 있어 사고 상황(적색비상)에 따라 즉시 보호조치가 수행되어야 하는 구역을 말한다. 이는 방사성 물질의 방출 직전 혹은 직후에 방호활동을 취함으로써 인근 주민 건강에 미칠 수 있는 결정적 위험을 감소시키기 위한 것이다. 한편 긴급보호조치계획구역(UPZ)은 위협범주 I 및 II 시설 주변에서 방사능 방출 후 수 시간 이내에 환경감시를 수행하고 환경감시자료 및 사고 상황 평가에 근거하여 긴급 보호조치를 신속하게 이행할 준비가 되어있는 지역을 말하는 것으로 사고 시 국가가 설정한 선량을 회피하게 하기 위한 것이다.

이러한 구역의 개념을 새롭게 권고하는 이유는 사고로 인한 방사성 물질의 방출 시 대응조치가 이루어지는 시점에 따라 방호 효과가 크게 달라진다는 현실을 반영한 것으로 기존의 거리만을 기준으로 한 비상대응 체계 수립 개념(EPZ)에서 거리 및 시간까지 고려함으로써 한걸음 발전된 것이라 할 수 있다.

기준 방사선비상계획 기준에 대한 재평가 한편 해외에서는 원자력 사업자들을 중심으로 비상계획의 기술적 근거를 개선할 필요성이 대두되고 있으며, 이러한 필요성은 NUREG 0396에 기술된 현행 근거가 사용하는 기술이 30년도 넘은 것으로 원자력발전소 방사선사고와 관련된 위험을 심각하게 과평가하고 있다는 점과 방사선 사고의 경우 보호조치 권고와 의사결정을 할 책임이 있는 사람들을 위한 명확한 지침의 필요성이 상존하고 있다는 점 때문이다. 이러한 필요성에 따라 미국 원자력 산업계는 원자력에너지협회(NEI)와 전력연구협회(EPRI)의 후원으로 상업용 원자력발전소의 방사선 비상을 위한 소외 보호조치의 효율성을 평가하는 프로젝트를 수행한 바 있다. 위험정보기반 접근방식(Risk-informed approach)을 적용한 동 연구^[3]에서는 다음과 같은 핵심적인 의견들을 제시하고 있다.

- 10^{-7} 사고 발생빈도 범주와 1.5mph 평균소개 속도에서 초기 사망 및 초기 상해 위험도는 전체 EPZ에서 제로이며 원자로 사고로부터의 잠재적 암 사망률 위험도는 4마일을 넘어서부터는 무시할 수 있다.
- 4~5마일 외부의 옥내대피 전략은 사고 발생 후 비교적 빠른 시간 이후의 소개와 결합된다면 효율적일 수 있다. 그러나 4~5마일 내부의 옥내대피는 소개전략과 비교할 때 위험도 절감효과가 상대적으로 비효율적이다.
- 광범위하게 사용되고 있는 열쇠구멍 소개 전략(5개의 22.5도 부분으로 구별된)은 특히 원자로로부터 2~5마일 이내 지역에서는 바람의 방향이 바뀔 가능성을 고려할 때 다른 소개전략에 비해 상대적으로 비효율적이다.

- 소개 속도를 증가시키는 것은 잠재적 암 사망률 위험도를 상당히 개선시키며, 10^{-7} 사고발생빈도 범주에서 3마일을 넘어서는 제로가 된다.
- 원전으로부터 면 곳에 위치한 EPZ 내 주민들의 불필요한 소개를 피하는 가치와 원전에 인접한 주민들의 빠른 소개를 허용하는 가치에 따라 지역 소개전략(즉, 방사능 방출이 시작되는 시점 이후까지 4마일 외부 주민들에 대한 지역 소개)이 고려되어야 한다. 이는 열쇠구멍 전략의 관련 문제점들을 배제하며 장점만을 취할 수 있는 방법일 수 있다.
- 소개 속도를 높이고 소개 지연시간을 줄이는 것은 추가적으로 위험도를 감소시키며 초기 사망률 및 초기 상해 위험도가 제로가 되는 거리를 줄여준다. 소개 변수들 중에서 이러한 형태의 개선을 얻어내는 것은 관할구역의 중첩이나 주민 대응 예상정도 등에 따라 실제 EPZ 내에서 이루어지기는 어려울 수 있으나 이러한 노력이 추구되어야 하는 필요성을 제시한다.
이와 같은 연구 결과는 미국에서의 방사선비상계획구역(EPZ)을 기준의 10마일보다 3~4마일을 선택하여 방재대책을 수립할 것을 제안하는 것이며, 기존의 옥내대피나 열쇠구멍 소개전략의 개선 방향과 새로운 소개전략을 제시하는 것으로 볼 수 있다.

사고 후 오염 음식물 섭취제한을 위한 방재대책 및 훈련 현재 미국의 경우는 원자력 시설(위협범주 I 및 II)에서의 방사능 누출사고에 대비하여 비상훈련을 두 가지 범주로 구분하여 시행하고 있다. 이는 PPX (Plume Phase Exercise) 및 IPX(Ingestion Pathway Exercise)로 PPX의 경우는 약2년을 주기로 훈련을 실시하고 있으며 IPX의 경우는 약5년을 주기로 훈련을 실시하고 있다. 이들 중 IPX는 비록 탁상훈련으로 시행되고 있기는 하지만 방사능 누출사고 후의 오염상황을 가정하여 오염된 음식물 섭취로부터 주민을 보호하기 위한 조치를 대상으로 훈련을 실시하고 있는 것이다. 그러나 우리나라의 경우는 이러한 두 가지의 훈련이 구분 없이 함께 시행되고 있다.

국내 방재대책 개선을 위한 의견 앞서 살펴 본 IAEA의 비상조치구역 설정 권고사항은 사고 발생 시점을 전후하여 조속히 비상대응을 실시함으로써 실효성 있는 조치를 취하기 위해 권고되는 지역이다. 현재 미국의 경우는 법적 요건인 10마일 EPZ를 2마일 zone, 5마일 zone 및 10마일 zone으로 구분하여 방재계획을 운영하고 있으며, 일본 등의 경우는 법적으로 PAZ 및 UPZ를 요구하고 있지는 않으나 방사능 방재훈련 시 PAZ의 설정 취지인 시설 상태에 근거한 방사성 물질 방출 전 또는 방출 직후의 방호대책을 훈련함으로써 이러한 개념을 반영하고 있다. 한편, 방사능 방호의 3대 원칙인 ‘시간’, ‘거리’, ‘차폐’를 고려할 때, 방사선 비상 발생 시 주민 보호를 위한 방재 대책의 효율성 제고를 위해서도 사고 발생 전, 후 조치가 취하여 져야 하는 시간적인 조건을 고려하고 실질적인 거리를 평가하여 대응조치 계획을 수립하는 것이 보다 효율적임은 분명하다. 따라서, 우리나라의 경우에서도 부지 밖 주민에 대한 지자체 비상대응계획 수립 시 기존의 원전 운영허가 기준에 따른 비상계획구역은 그대로 유지한 채, 즉시예방조치구역(PAZ)과 긴급보호조치계획구역(UPZ)을 구별하여 비상대응계획을 수립, 운영함으로써 보다 현실성 있고 효율적인 체계를 구축할 필요가 있다.

또한 국내 지형 조건, 기후 조건 및 제반 인프라를 기반으로 한 방사선사고 시 예상선량 평가가 새롭게 이루어져야 할 것이며 이를 토대로 하여 비상대책 주민 보호조치 전략(PASs)의 제조정이 필요하다.

마지막으로는 국내 원자력 방재훈련에서도 IPX (Ingestion Pathway Exercise)를 실시함으로써 방사성물질 누출 사고 이후의 장기적인 주민보호조치와 지역 간, 국가 간 산업의 보호 및 사회적 인프라 보호를 위한 훈련을 실시할 필요가 있다.

3. 결론

앞으로도 원자력 시설의 활용은 우리 사회에서 그 중요도를 더해 나갈 것이며 이에 따른 주민 안전과 사고 대처능력의 확보는 필수적인 요건이 될 것이다. 따라서 앞에서 살펴본 바와 같은 비상훈련 개선방안은 원자력에 대한 국민 수용도 제고와 안전성 확보라는 측면에서 반드시 검토되어야 할 것이며, 국내의 사회적, 지리적, 환경적 요건에 맞는 추가적인 평가 작업도 병행되어 추진되어야 할 것이다.

※ 참고자료

- [1] IAEA TECDOC-953 : Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency
- [2] IAEA Safety Guide GS-G-2.1 : Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency
- [3] EPRI_1015105 : Risk-Informed Evaluation of Protective Action Strategies for Nuclear Plant Off-Site Emergency Planning