파이로시설 물리적방호 규제체계 사전 적용성 검토 및 개선 방안

김우진[1*], 김민수[1], 정연홍[1], 최성열[2], 이찬기[2]
[1]한국원자력통제기술원, 대전광역시 유성구 유성대로 1534
[2]울산과학기술원, 울산광역시 울주군 유니스트길 50
*kimwj@kinac.re.kr

1. 서론

우리나라는 2008년 원자력위원회 및 2011년 원자력진흥위원회의 결정에 따라 사용후핵연료 관리 방안의 하나로서 친환경 고속로 순환핵연료주기 시스템을 개발하기로 계획을 수립하였다. 이에 따라, 2025년 종합 파이로시설 구축을 완료하고 2029년부터 고속로원형로를 통해 사용후연료를 처리할 계획[1]으로 알려져 있다.

상기 계획과 일정에 따른 파이로 시설의 건설 및 운영을 위해서는 원자력안전에 관한 규제요건 뿐만 아니라 안전조치 및 물리적방호 등 핵비확산·핵안보 관련 규제요건에 부합함이 입증되어야 한다. 그러나 우리나라는 파이로 및 연계 원자력 시설 등 새로운 원자력시설에 대한 사업과 규제 경험이 전무한 상태이므로, 현행 규제체계가 그대로 적용 가능한지 검토와 규제공백 사항의 도출 및 대안의 개발이 필요하다.

본 연구에서는 종합 파이로시설에 대해 현행 물리적방호 규제체제 적용의 타당성과 국제지침[2] 및 원자력 선발국의 후행 핵연료주기시설에 대한 규제적용 현황을 토대로 모범사례를 도출하여 국내 관련 법령에 개선안을 도출하는 것을 목적으로 한다.

2. 본론

2.1 현행 물리적방호 규제체계

우리나라는 원자력시설 등의 방호 및 방사능 방재 대책법(이하 "방사능방재법"이라 한다)[3]에 따라 핵물질과 원자력시설을 관리·운영하는 원자력사업자에게 물리적방호 체제를 수립토록 하여 국민의 생명과 재산을 보호하도록 규정하고 있다.

우선, 원자력사업자가 관리·운영하는 핵물질이 방사능방재법 시행령 제15조 및 별표1의 등급별 분류의 기준에 해당하는 경우에만 물리적방호 규제 적용대상이 된다. 다음으로, 원자력사업자는 분류된 핵물질 등급에 따라 불법이전을 방지하기 위한 방호요건을 준수해야 한다. 이와는 별도로 핵물질을 사용·저장하는 원자력시설의 경우 사보타주를 방지하기 위한 방호요건도 준수해야 한다. 이렇게 방호요건이 결정되면, 원자력사업자는 방호요건을 준수하였음을 물리적방호규정등(이하 "규정등")에 작성하여 원자력시설등의 사용개시 5 개월 전에 원자력안전위원회에 제출하여 승인을 받아야 한다. 승인을 받은 이후, 해당 원자력시설의 규정등에 따라 물리적방호시스템이 적절하게 설치되어 운영되고 있는지에 대한 검사를 받아야 한다. 검사에 문제가 없는 경우에만 정상적으로 원자력시설을 운영할 수 있게 된다.

2.2 파이로시설의 기존 규제체계 적용성 분석

앞 절에서 언급된 현행 물리적방호 규제체계는 2004년부터 방사능방재법령이 시행되면서 법적기반을 마련하였고, 그 동안 원자력발전소 위주로 적용되어 왔다. 그 외에 연구용원자로, 핵연료가공시설은 과거 방사능방재법이 법률로 제정되기 전에 설치·운영되었다. 물리적방호 규제가 전주기적으로 적용된 원자력발전소 이외의 시설로는 중저준위 방사성폐기물 처분 시설이 유일하며, 2008년에 규정등의 승인과 2009년에 최초검사를 실시했다.

파이로 시설은 사용후연료를 재활용하는 시설로서 민감 핵물질의 형상 또는 내용의 변경이 수반되어 기존의 원자력시설들과는 다른 유형으로 분류된다. 이에, 현행 법령체계에서 물리적방호 규제대상에 포함되는지, 인허가 제도에 공백은 없는지, 규제요건은 적절하게 마련되어 있는지 등에 대한 규제 적용 타당성 분석을 실시해 보았다.

2.2.1 물리적방호 규제대상에 포함여부

파이로시설이 원자력안전법 상의 사용후연료처리사업으로 인정될 경우 방사능방재법의 원자력사업자와 원자력시설에 각각 해당되어 별도의 개정은 불필요하다고 판단된다. 다만, 원자력안전법에서 해당 조항이 개정될 경우 이를 반영하기 위한 개정은 필요할 수 있다.

2.2.2 파이로 시설 인허가제도 마련 여부

방사능방재법의 물리적방호 인허가 제도 관련 사항은 원자력시설이나 원자력사업자의 종류에 관계없이 핵물질 등급분류에 따른 단계화된 방호요건을 준수하도록 설계되어 있어, 파이로시설과 같은 미래 원자력시설이 도입되더라도 변경은 불필요하다. 다만, 기존 원자력시설에 대해 현재 진행중인 전주기 물리적방호 인허가 제도 도입 및 기타 개선 사항은 모든 원자력사업자에게 공통으로 적용될 것이므로 이에 대한 대비를 할 필요가 있다고 판단된다.

2.2.3 규제요건 마련 여부

방사능방재법의 규제요건은 시행령 제16조 및 별표2에 규정된 원자력시설등의 방호요건(이하 "방호요건"이라 한다)에 규정되어 있다. 그러나 방호요건은 해당 문항이 짧고 요약적으로 기술된 일반 규제요건에 해당한다. 또한, 불법이전과 사보타주에 대한 각각의 방호요건은 유사한 항목이 유사한 표현으로 중복적으로 기술되어 있다. 이로 인해 규제요건 적용과 해석에 어려움을 증가시킬 수 있다. 결론적으로 상기에 언급된 이슈를 고려한 상세규제요건의 제시가 필요하다고 판단된다.

Table 1. Regulatory Requirements for Theft and Sabotage

불법이전	사보타주
나. 등급Ⅱ 핵물질	
3) 해당 방호구역의 불법침입에 대한 탐지·경비체계 및 대응조치를 수립할 것	가. 방호구역 및 핵심구역의 불법침입에 대하여 탐지 체계, 경보 기능 및 방호설비를 갖출 것
9) 해당 방호구역의 주변에 대하여 충분한 조명 및 시야를 확보할 것	아. 방호구역의 주변에 대하여 충분한 조명 및 시야를 확보할 것
10) 중앙통제실은 감시, 경비체계 및 군·경찰 등 외부 대응인력과의 통신체계를 유기적으로 유지할 것	카. 중앙통제실은 감시, 경비체계 및 군·경찰 등 외부 대응인력과의 통신체계를 유기적으로 유지할 것
11) 중앙통제실은 등급Ⅱ 방호구역 내에 위치해야 하며, 중앙통제실의 출입을 최소화하고 엄격히 통제할 것	타. 중앙통제실에 대한 출입을 최소화하고 엄격히 통제할 것
12) 탐지 관련 설비 및 중앙통제실은 비상시 물리적방호를 위하여 독립적인 전원을 갖출 것	하. 탐지 관련 설비 및 중앙통제실은 비상시 물리적방호를 위하여 독립적인 전원을 갖출 것
나. 등급Ⅰ 핵물질	
7) 방호비상시에도 중앙통제실의 기능이 유지되도록 할 것	파. 방호비상시에 중앙통제실의 기능이 유지될 수 있도록 할 것

2.3 해외 사례 조사·분석을 통한 모범사례

국내 물리적방호 규제법령 개선사항 도출을 위하여 물리적방호 국제지침(INFCIRC/225/Rev.5), 후행핵주기 기술과 규제경험이 있는 미국[4] 및 일본[5]의 규제법령을 검토한 결과 아래와 같은 모범사례를 도출하였다.

2.3.1 규범 기반 요건 적용시 모범사례

보통 각국의 원자력 규제에서는 규범기반의 요건을 제시하는 경우가 대부분인데, 미국과 일본 그리고 우리나라도 기본적으로 결정론적 입장에서 원자력사업자가 준수해야할 사항과 방법에 대해 직접 제시하고 있다. 이 규범기반의 요건은 가급적 상세하게 기술되어야 원자력사업자가 준수하기 용이해질 수 있다. 국제지침과 미국의 경우 우리나라의 방호요건에 비해 규제요건을 더욱 상세하게 제시하고 있다.

2.3.2 위험도 및 성능 기반 요건 적용시 모범사례

국제지침은 규제당국이 불법이전과 사보타주의 위험도를 수용 가능한 수준으로 관리하도록 법률적 규제체계를 개발하도록 권고하고 있다. 이를 위해, 위협에 대한 현재평가, 핵물질 자체의 상대적 매력도, 방사선적 결과 등을 고려한 단계적접근 방법에 기초토록 하고 있으며, 심층방호 원칙을 적용하되 여러 가지 정량화된 방법으로 위험도를 관리 하도록 제시하고 있다.

미국의 경우에도 위험도 활용 및 성능 기반(Risk-Informed and Performance-Based) 요건을 규제에 반영하기 위해 핵물질 등급분류에 위험도의 정량화된 척도로써 핵물질매력도를 연결시키는 작업을 수행하고 있다. 또한, 설계기준위협에 대한 취약성 평가를 위한 방법론 또한 위험도와 성능에 기반한 지표를 도입하였다.

3. 결론

파이로 시설을 포함한 신규 원자력시설의 도입가능성은 한·미 원자력협력 협정 개정 이후 더욱 가시화되었다고 볼 수 있다. 다행히, 우리나라의 방사능방재법은 원자력시설의 종류에 관계없이 규제요건이 적용되도록 설계되어 있다. 그러나 신규 원자력시설의 경우 핵비확산·핵안보 측면에서 기존시설과의 차별성이 많이 존재하므로, 기존 물리적방호 규제체제의 적용성에 대해 검토를 수행하였다. 본 연구에서 도출한 기존 규제체제에서 개선이 필요한 사항과 해외 사례 조사·분석을 통한 모범사례 반영하여 법령 개선안을 도출하는 것이 필요하다.

4. 감사의 글

이 연구는 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행되었다. (원자력기술개발사업)

5. 참고문헌

[1] 원자력진흥위원회, 미래형원자력시스템 개발로드맵, 2011.11.21.
[2] IAEA, Nuclear Security Recommendations on Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities, 2011.
[3] 한국원자력통제기술원, 원자력시설등의 방호 및 방사능 방재대책 법령집, 2015.
[4] U.S Nuclear Regulatory Commission, 10 CFR 73 "Physical Protection of Plants and Materials", 2014.
[5] Japan Nuclear Regulatory Authority, Act on the Regulation of Nuclear Source Material, Nuclear Fuel Material and Reactors, 2015.