

일본 방사성폐기물 처분사업의 물리적방호 기본방침 검토

이호희, 권은하, 김성용, 김다영, 김호동

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

nhhlee@kaeri.re.kr

1. 서론

물리적방호는 국제사회가 새롭게 주목하고 있는 원자력시설의 안전요건으로서 미래 혁신원자력시스템(Innovative Nuclear Energy Systems)을 도입하는 데에 있어서 고려해야 하는 필수 설계요건 중 하나이다. 이와 관련, 국제원자력기구(International Atomic Energy Agency: IAEA)는 2006년부터 핵안보 시리즈를 발간하고 있으며, 2011년에는 “핵물질 및 원자력시설의 물리적방호에 대한 권고(INFCIRC/225/Rev.5)”를 발간, 회원국들에게 핵물질과 원자력시설에 대한 한층 강화된 물리적방호체제를 갖추도록 권고하고 있다. 또한, 최근에는 원자력시설의 설계초기단계에서부터 안전(safety), 안보(security), 안전조치(safeguards) 등 3S를 반영하는 3S-by-Design (SBD) 개념이 강조되고 있는 바, 미국을 비롯한 원자력선진국들은 이를 위한 연구를 활발히 진행하고 있다. 본 논문에서는 특히 방사성폐기물 처분사업과 관련하여 일본을 비롯한 해외 주요국의 물리적방호 기본방침을 검토, 향후 우리나라에서 관련사업의 물리적방호체제를 구축하는 데에 참조하고자 한다.

2. 본론

2.1 해외 주요국의 방사성폐기물 처분사업 물리적방호 현황

2.1.1 미국

방사성폐기물 처분과 관련된 물리적방호에 관한 법률 및 연방규칙은 이미 정비되어 있는 바, 민간원자력시설에서 발생하는 유리고화체 및 사용후핵연료 처분시설의 물리적방호에 관한 규제는 원자력규제위원회(Nuclear Regulatory Commission: NRC)에서 담당하고, 군용시설에서 발생하는 TRU 폐기물 처분시설의 규제는 환경보호청(Environmental Protection Agency: EPA)에서 담당하고 있다. 저장(처분 포함) 중인 사용후핵연료 및 유리고화체는 물리적방호 대상이다.

2.1.2 영국

방사성폐기물 처분시설의 물리적방호관련 법령은 이미 정비되어 있는 바, 핵물질 불법이전 및 사보타주를 고려한 설계기준위협(Design Basis Threat: DBT)을 반영한 물리적방호를 적용하고 있다. 무역산업부(Department of Trade and Industry: DTI) 핵안보사무국(Office for Civil Nuclear Security: OCNS)에서 그 규제를 담당한다. 유리고화체도 방호 대상이나, 저준위 방사성폐기물은 방호 대상에서 제외된다.

2.1.3 프랑스

방사성폐기물 처분시설의 물리적방호와 관련, 기본법령은 이미 정비되어 있다. 경제재정성 물리적방호규제국(HFDS) 및 원자력안전·방사선방호국(DGSNR)에서 규제를 담당하고 있으며, 핵물질 불법이전 및 사보타주를 고려한 DBT를 반영, 물리적방호를 적용하고 있다. 유리고화체도 물리적방호의 대상이다.

2.1.4 독일

방사성폐기물 처분시설에 적용할 물리적방호의 기본요건은 정비되었으나, 관련 세부 지침은 아직 미정비 상태이다. 연방환경·자연보호·원자력안전부(Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety: BMU) 및 주 원자력안전규제국에서 규제를 담당하고 있다. 핵물질 불법이전 및 사보타주를 고려한 DBT를 반영, 물리적방호를 적용하고 있으며, 유리고화체도 물리적방호의 대상이다.

2.2 일본의 방사성폐기물 처분사업 물리적방호 현황

일본에서는 핵물질의 불법이전 및 원자력시설에 대한 사보타주 방지를 목적으로 방호대상 물질의 등급에 따라 원자력사업자가 물리적방호조치를 취하도록 의무화되어 있다. 처분사업의 경우에도 원자로규제법에 의거, ‘방호대상 특정 핵물질’을 취급할 경우에는 방호조치의 시행이 요구된다.

재처리시설 및 혼합산화물(MOX) 핵연료 가공 시설에서 발생한 TRU 폐기물은 현재 일본원연(주)(Japan Nuclear Fuel Limited: JNFL) 재처리 시설 및 일본원자력연구개발기구(The Japan Atomic Energy Agency: JAEA) 동해연구개발센터에 저장되고 있는 바, 재처리 사업의 일환으로서 물리적방호의 적용을 받는다. 한편, 재처리과정에서 발생하는 유리고화체의 경우, IAEA/INFCIRC/225/Rev.3에서는 관행에 의한 신중관리 권고하고 있다. 이는 유리고화체로부터 특정 핵물질을 추출하는 것이 매우 어렵고, 따라서 불법이전의 위험이 매우 낮기 때문이다. 이에 따라 지금까지는 유리고화체를 ‘방호대상 특정 핵물질’에서 제외하고 있다. 원자로에서 발생하는 저준위 방사성폐기물의 경우에도 방사능 농도가 극히 낮기 때문에, 관련 사업에서 방호조치를 의무화하지 않고 있다.

2.3 일본 방사성폐기물 처분사업의 물리적방호 기본계획

최근들어 일본 내 저장 중인 TRU 폐기물 및 유리고화체의 처분사업이 가시화됨에 따라, 이와 관련하여 물리적방호체계 구축에 대한 필요성이 제기되었다. 이에 일본 자원에너지청 산하의 심의기구 중 하나인 종합자원에너지조사회에서는 관련 워킹그룹을 구성하고 방사성폐기물 처분사업에 대한 물리적방호 기본계획을 아래와 같이 수립, 정부에 제안하였다.

- (1) 해당사업에서 원자로규제법 상의 ‘방호대상 특정 핵물질’을 다루고 있는 경우, 물리적방호의 대상이 된다. 이는 기존의 방침과 동일하며, 그 부담은 처분사업자가 진다.
- (2) 미국의 911 테러 이후, 국제적으로 보다 강화된 물리적방호의 적용이 요구됨에 따라 종래의 핵물질의 불법이전 위험뿐만 아니라 사보타주의 위험도 중요시 한다.
- (3) 앞서 언급한 (1)과 (2)를 고려하여 TRU 폐기물은 원칙적으로 물리적방호 대상으로 하되, 처분농도 상한치(10 GBa/ton) 이하의 TRU 폐기물은 제외한다.
- (4) 유리고화체의 경우에 기존에는 물리적방호 대상에서 제외하였지만, 앞서 언급한 (1)과 (2) 및 대부분의 국가에서 이를 방호대상으로 삼고 있는 점을 고려, 물리적방호 대상으로 포함한다.

(5) TRU 폐기물(지표면 근처에 처분되는 처분농도 상한치 이하의 물질은 제외) 및 유리고화체의 방호등급은 그 요건이 상대적으로 낮은 ‘방호등급 III’을 적용한다. 이러한 폐기물을 취급하기 위해서는 중장비가 필요하고, 현실적으로 이를 핵폭발장치화 하는 것이 거의 불가능하기 때문에 불법이전의 관점에서 방호 조치를 강화할 필요성이 지극히 낮기 때문이다.

(6) 처분장의 출입관리가 충분히 확보될 경우에는 동굴 내의 방호요건을 합리적인 범위 내에서 완화할 수 있다. 또한, 처분 종료 후에는 폐기물에 대한 접근이 현실적으로 불가능하기 때문에 처분사업자의 물리적방호 조치 의무를 해제하는 것이 적절하다고 판단된다.

3. 결론

물리적방호는 원자력시스템을 도입하는 데에 있어서 고려해야 하는 필수 설계요건 중 하나로서, 특히 미국의 911 테러 이후 국제적으로 보다 한층 강화된 물리적방호체계의 적용이 요구되고 있다. 우리나라의 경우, 지난 1990년 말부터 원자력연구개발사업의 일환으로서 방사성폐기물 처분 기술을 개발해 오고 있는데, 세부기술 개발 및 처분장의 설계단계에서부터 물리적방호 개념을 고려함으로써 향후 시설설계의 변경을 최소화하고 이에 따른 경제적 손실을 방지할 수 있을 것으로 판단된다.

4. 참고문헌

- [1] International Atomic Energy Agency, Nuclear Security Recommendation on Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities (INFCIRC/225/Revision 5), IAEA Nuclear Security Series No. 13, 2011.
- [2] 일본종합자원에너지조사회/원자력안전·보안부회/원자력방재소위원회, 방사성폐기물 처분사업의 물리적방호 기본방침, 2007.