

## 선진핵주기시설의 방사선방호 안전기술기준관련 법령체계에 관한 연구

김지현, 서현석, 전관식, 박상훈, 유길성\*, 육대식\*\*

(주)라드웍스, 대전광역시 유성구 대덕대로 530 첨단상가 다308호

\*한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

\*\*한국원자력안전기술원, 대전광역시 유성구 과학로 62

[jihyun9775@nate.com](mailto:jihyun9775@nate.com)

### 1. 서론

국내 원자력발전소에서 발생하는 사용후핵연료는 매년 증가하고 있기 때문에 국내 실정에 부합하는 사용후핵연료 저장 및 처리 방안이 조속히 마련되어야 한다. 특히 사용후핵연료 처리의 한 방안으로 핵비확산성을 전제로 우라늄 자원을 효율적으로 활용하고 친환경적인 소듐냉각고속로(Sodium-cooled Fast Reactor, SFR)와 연계할 수 있도록 사용후핵연료를 파이로프로세싱하여 고속로의 연료로 가공하고자 이의 연구개발에 많은 노력을 기울이고 있다. 현재 한국원자력연구원에서 미조사 핵연료물질에 대한 파이로 전 공정을 통합 시험할 수 있는 PRIDE(Pyroprocess Integrated DEMonstration)를 구축하여 운영 중에 있으며, 앞으로 연간 30 ton 규모의 사용후핵연료를 취급할 수 있는 파이로 핫셀시설을 계획 중이다. 따라서 위 핫셀시설의 안전한 운영을 위한 안전기술기준 개발이 필요하다. 그러므로 본 논문에서는 파이로 핫셀시설의 안전기술기준 중 방사선방호에 관련된 국내의 법령체계를 조사·분석하여 동 시설의 방사선방호에 관한 안전기술기준(안)을 마련하고자 하였다.

### 2. 본론

#### 2.1 국내 법령체계

현행 국내 원자력안전법은 사용후핵연료처리시설에 국한한 안전기술기준을 따로 수립하고 있지 않기 때문에, 원자력안전법 제2조제15호의 정의에 따라 사용후핵연료처리사업은 핵연료주기사업의 하나이므로 핵연료주기시설의 방사선방호에 대한 법령체계[1-4]를 조사하였다.

먼저 피폭대상에 따른 선량한도는 원자력안전법 시행령 별표 1에 명시되어 있으며, 핵연료주기사업자는 시설을 운영할 때에는 인체·물체 및 공공의 안전을 위하여 방사선관리구역·보전구역·제한구역을 설정하고 각 구역에 따라 안전조치를

취하도록 하고 있다. 사용후핵연료처리시설의 성능은 “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙”[2]에 별도로 규정되어 있으며, 핵연료주기시설의 방사선방호 설비에 대해서도 동 규칙에 명시되어 있다. 또한 핵연료주기시설의 운영으로 발생하는 방사성물질의 제한기준은 원자력안전법 시행령 제174조에 규정되어 있고, 핵연료주기시설을 설치한 사업소 안에서의 방사성물질 등의 운반 및 저장, 핵연료주기시설의 운전 시 피폭방사선량에 관한 안전조치는 “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙”에 규정되어 있으며, 구체적인 사항은 원자력안전위원회 고시 제2012-29호 및 제2012-49호에 명시되어 있다. 특히 원자력안전법 시행규칙 제133조에 따라 방사선작업 종사자 및 수시출입자의 개인피폭선량은 선량한도를 초과하지 않도록 평가하고 관리하도록 하고 있다.

#### 2.2 일본 법령체계

일본은 “핵연료물질, 핵연료물질 및 원자로의 규제에 관한 법률”에서 구체적으로 재처리사업을 분류하여 규제하고 있으며, 이 사업자는 경제산업대신의 지정을 받아 사업을 수행하도록 하고 있어[5] 사용후핵연료 재처리시설에 대한 방사선방호와 관련된 법령체계를 조사하였다.

우선 방사선작업종사자의 선량한도는 “핵연료물질의 가공사업에 관한 규칙에 근거하여 선량한도를 정하는 고시”[6]에 명시되어 있으며, 재처리사업자는 “사용후핵연료 재처리사업에 관한 규칙”[7]에 따라 관리구역·보전구역·주변감시구역 등을 정하고, 각 구역에 대한 안전조치를 취하도록 하고 있다. 또한 재처리시설의 성능, 동 시설 내의 방사선관리시설 및 환기설비 설치 그리고 재처리시설을 설치한 사업소 내의 핵연료물질 등의 운반 및 저장에 대한 기준 또는 안전조치는 “사용후핵연료의 재처리사업에 관한 규칙”[8]에 규정되어 있으며, 특히 재처리시설 내 핵연료물질 등의 운반물의 선량당량율은 “핵연료물질 가공사업에 관한 규칙 제7조의 6등의 규정에 근거한 핵

연료물질 등의 공장 또는 사업소 내의 운반에 관한 조치 등에 관계되는 기술적 세목 등을 정하는 고시”[9]에 명시되어 있다.

### 2.3 미국 법령체계

미국의 핵연료주기시설의 인허가 신청서의 심사를 위한 표준검토계획(NUREG-1520)에 언급된 방사선방호를 위한 규제요건에 따라 상위 규정인 10CFR20[10]을 검토한 후 정리하였다.

청인의 직무상 선량 제한치와 대중에 대한 선량 제한치는 각각 10CFR20.1201과 10CFR20.1301에 규정되어 있으며, 미성년자 및 배아/태아에 대한 선량 제한치도 규정되어 있다. 방사선구역은 10CFR20.1003의 정의에 따라 관리구역과 제한구역으로 구분되어 있으며, 특히 제한구역에서 개인의 내부 피폭을 제한하기 위한 개인 호흡보호장비의 사용에 대한 규정을 다루고 있다. 직무상 방사선피폭을 감시하고 방사선 감시장비를 사용하도록 요구되는 개인들 그리고 방사성물질의 작업자 섭취를 감시하고 받은 유효선량당량을 평가하도록 요구되는 개인들에 대해서는 10CFR20.1502에 규정되어 있다.

향후 NRC 규제지침 등의 추가적인 조사를 통하여 미국 내 수립되어 있는 핵연료주기시설의 방사선방호에 대해 면밀히 파악하여야 할 것이다.

### 2.4 방사선방호 안전기술기준 비교

표1은 위에 언급한 한국, 일본, 미국의 방사선방호 안전기술기준에 대하여 간략히 정리한 것이다.

## 3. 결론

3.1 사용후핵연료 처리시설에 대한 국내의 방사선 방호관련 법령체계는 일본과 거의 유사하게 갖추어져 있으며, 선량 제한치는 ICRP 60의 권고를 반영하고 있음을 확인하였다.

3.2 일본은 핵원료물질, 핵연료물질 및 원자로의 규제에 관한 법률에서 재처리사업에 대한 규제를 법적으로 규정하고 있는데, 우리나라도 일본과 같이 향후 사용후핵연료 처리사업을 지속적으로 원활하게 추진할 수 있도록 법적체계를 재정비하여 사업별 규제를 마련하는 것도 좋은 방법이 될 것이다.

3.3 10CFR20에 규정되어 있는 미국의 방사선방호 규정들은 ICRP 26 권고를 반영한 것으로 우리나라의 방사선방호에 관한 법령체계와는 상이하

다는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 NRC의 규제지침 등의 조사 및 이들의 국내 적용성에 대한 검토도 필요할 것으로 판단된다.

3.4 핵연료주기시설의 방사선방호와 관련 규정들을 취합하여 재정한 사항들은 핫셀시설의 방사선방호에 관한 안전기술기준 확립에 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

Table 1. Safety criteria of radiation protection.

한국	· 방사선관리구역, 보전구역, 제한구역으로 구분. 단, 방사선관리구역의 허용표면오염도					
	<table border="1"> <tr> <td>방사성물질의 구분</td> <td>표면오염도</td> </tr> <tr> <td>α선 방출 방사성물질</td> <td>0.4Bq/cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>α선 무-방출 방사성물질</td> <td>4Bq/cm<sup>2</sup></td> </tr> </table>	방사성물질의 구분	표면오염도	α선 방출 방사성물질	0.4Bq/cm <sup>2</sup>	α선 무-방출 방사성물질
방사성물질의 구분	표면오염도					
α선 방출 방사성물질	0.4Bq/cm <sup>2</sup>					
α선 무-방출 방사성물질	4Bq/cm <sup>2</sup>					
일본	· 방사선작업종사자의 피폭방사선량 및 유도공기중 농도를 초과하지 않도록 관리					
	· 방사선작업종사자 및 수시출입자의 개인피폭선량이 선량한도를 초과하지 아니하도록 피폭방사선량 평가 및 관리					
미국	· 관리구역, 보전구역, 주변감시구역으로 구분. 단, 관리구역의 표면밀도한도					
	<table border="1"> <tr> <td>방사성물질의 구분</td> <td>표면밀도</td> </tr> <tr> <td>α선 방출 방사성물질</td> <td>4Bq/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>α선 무-방출 방사성물질</td> <td>40Bq/m<sup>2</sup></td> </tr> </table>	방사성물질의 구분	표면밀도	α선 방출 방사성물질	4Bq/m <sup>2</sup>	α선 무-방출 방사성물질
방사성물질의 구분	표면밀도					
α선 방출 방사성물질	4Bq/m <sup>2</sup>					
α선 무-방출 방사성물질	40Bq/m <sup>2</sup>					
미국	· 방사선작업종사자의 선량 및 공기중 방사성물질의 농도를 초과하지 않도록 관리					
	· 관리구역과 제한구역으로 구분 · 공기 중 방사성물질의 농도를 제어하기 위한 공정 또는 기타 공학적 제어의 사용 · 직무상 방사선피폭으로부터 관리되어야 하는 개인 (1) 연간 제한치의 10% 초과 선량의 성인 (2) 1mSv/yr 초과하는 심부 선량당량, 1.5mSv/yr 초과하는 수정체 선량당량 또는 5mSv/yr 초과하는 피부 또는 사지의 표층선량의 미성년자 (3) 임신기간 동안 1mSv 초과 심부 선량당량의 임산부 (4) 고방사선구역 또는 더 높은 고방사선구역을 들어가는 개인들					

## 4. 참고문헌

- [1] 원자력안전법· 동법 시행령·동법 시행규칙.
- [2] 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙.
- [3] 방사선 안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙.
- [4] 원자력안전위원회고시 제2011-29호, 제2011-49호, 제2011-69호.
- [5] 핵원료물질, 핵연료물질 및 원자로의 규제에 관한 법률, 일본.
- [6] 핵연료물질의 가공사업에 관한 규칙에 근거하여 선량한도등을 정하는 고시, 일본.
- [7] 사용후핵연료의 재처리사업에 관한 규칙, 일본
- [8] 재처리시설의 설계 및 공사방법 기술기준에 관한 규칙, 일본.
- [9] 핵연료물질의 가공사업에 관한 규칙 제7조의 6등의 규정에 근거한 핵연료물질등의 공장 또는 사업소 내의 운반에 관한 조치등에 관계되는 기술적 세목등을 정하는 고시, 일본.
- [10] 10CFR20, "Standards for Protection against Radiation".