

방폐물 발생 및 오염 최소화를 위한 RG 4.21 적용방안 연구

김성환*, 한성흠, 이재곤

한국수력원자력(주) 중앙연구원, 대전광역시 유성구 유성대로 1312번길 70

*sunghkim@khnp.co.kr

1. 서론

미국 NRC는 원자력사업자가 10 CFR 20.1406에 따라 방사성폐기물의 발생 및 시설/환경 오염의 최소화, 그리고 해체를 용이하게 할 수 있는 설계 정보와 운영절차를 제출할 것을 요구하고 있으며, 수용가능한 시행방침을 사업자에게 제공하기 위해 RG 4.21(2008. 6)를 발행하였다. 본 연구는 신규원전 설계시 RG 4.21의 오염 및 방폐물 발생량 최소화 권고의 적용방안을 검토하고자 수행되었다.

2. 본론

2.1. RG 4.21 주요 내역

RG 4.21은 본 권고의 적용성 결정방법, 4개항목의 규제입장, 그리고 부록으로 구성되며, 부록에는 예시 형태로 4개 규제입장들에 대해 총 62개의 오염관리 방법들이 기술되어 있다. 먼저, 적용성은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 다량의 확산성 방사성 물질의 저장 또는 취급시설인지 여부에 따라 RG 4.21의 전면 적용 여부를 결정하며, 부분 적용의 경우는 방사성물질의 성상에 따라 적용할 경우 원칙을 제시하고 있다.

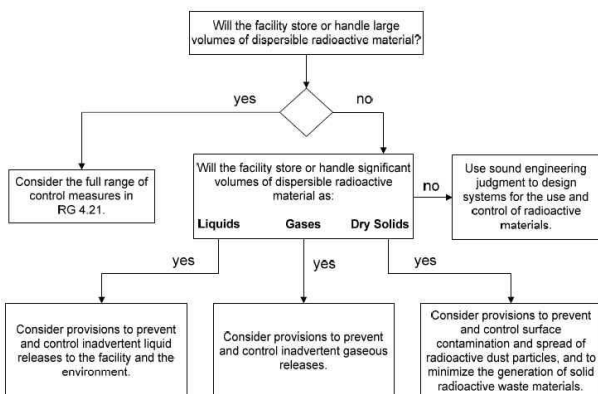


Fig. 1. Decision Paths for Determining the Applicability of RG 4.21.

본 권고에서 채택한 4가지 권고사항과 항목별 포함 내역은 다음과 같다.

- 1) Minimizing Facility Contamination
 - Minimization of Leaks and Spills and Provision of Containment
 - Prompt Detection of Leakage
 - Avoidance of the Release of Contamination from Undetected Leaks
 - Measures for Reducing the Need to Decontaminate Equipment and Structures
 - Periodic Review of Operational Practices
- 2) Minimizing Contamination of the Environment
 - Development of a Conceptual Site Model Development
 - Provision for Early Detection of Leakage and Contamination Migration
 - Final Site Configuration
- 3) Facilitation of Decommissioning
 - Facilitation of Decommissioning with Proper Records
- 4) Minimizing the Generation of Waste

2.2. RG 4.21의 원전설계 적용방안

상기한 4개의 규제입장과 부록에서 예시형태로 제시하고 있는 62개의 오염관리방법들을 대상으로 설계단계에 고려해야할 항목들만을 선별하면 다음 4개의 설계목표 그룹으로 분류할 수 있다.

- 1) Prevention/Minimization of Unintended Contamination
- 2) Provision of Adequate and Early Leak Detection Capability
- 3) Reduction of Cross-Contamination and Waste Generation
- 4) Facilitation of Decommissioning

각 설계목표 그룹 달성에 필요한 설계방법들을 예시적으로 고려해보면, 1)항의 설계목표 그룹은 SSCs의 구성재질을 가능한 내부식성을 갖도록 하고, 원자력산업분야에서 입증된 기술을 사용하여

설비의 고장 가능성을 최소화시킬 수 있는 방법을 통해 구현될 수 있을 것이다. 2)항의 설계목표 그룹은 매끈한 표면을 갖는 바닥과 최종 집수위치로의 경사를 갖는 배관설계와 방사선원으로부터 가능한 가까운 위치에서 감지할 수 있는 설계 등을 통하여 구현될 수 있을 것이다. 3)항의 설계목표 그룹은 오염의 형태 및 특성에 따라 설비를 분류하고 제염이 용이하도록 에폭시 코팅 등을 통하여 매끈한 표면을 갖도록 설계하는 방법 등을 통하여 구현될 수 있으며, 4)항의 설계목표 그룹은 설비나 배관의 해체가 용이하도록 매립(embedded) 배관을 최소화하는 설계를 적용함으로써 구현될 수 있을 것이다. Fig. 2는 원자력발전소 설계(안)에 대해 RG 4.21의 적용성과 설계 Feedback 과정을 보여주는 것으로 이와같은 프로세스를 통하여 RG 4.21의 기본취지를 만족시킬 수 있는 개선(안) 도출이 가능할 것으로 예상된다.

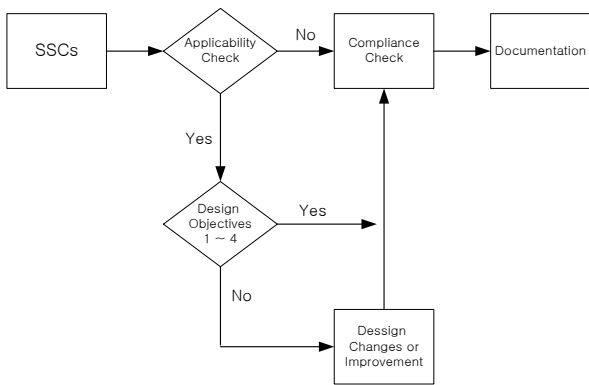


Fig. 2. RG 4.21 Checking Process for Nuclear Power Plant Design.

특정 원전에 대해 상기 프로세스를 시범 적용한 결과, 재료 선정, 방사성 바닥배수계통 설계 등 대부분의 설계가 RG 4.21을 만족하고 있는 것으로 나타났으나, 다수의 원전 해체경험 등을 토대로 제시된 RG 4.21의 취지를 보다 충실히 달성할 수 있도록 지속적인 검토가 필요한 것으로 사료된다.

3. 결론

이상과 같이 미국 NRC가 방폐물 발생 및 오염 최소화 권고로 제시한 RG 4.21의 주요내용을 확인하고, 특정 원전설계에 대해 시범 적용해본 결과로 볼 때 기존 원전 설계도 RG 4.21에서 권고사항들을 대부분 만족할 것으로 예상된다. 그러나, 원자력발전소에서 발생하는 오염 및 방폐물 발생량 최

소화는 시설의 안전운영과 원전의 해체비용의 절감을 통한 경쟁력 제고 측면에서도 지속 검토할만한 충분한 의미가 있으므로 향후에도 RG 4.21의 기본 취지 달성을 위한 연구와 설계개선 노력을 기울일 필요가 있다.

4. 참고문헌

- [1] US NRC, 'Minimization of contamination and radioactive waste generation: Life-cycle Planning', Regulatory Guide 4.21, 2008.
- [2] KHNP, APR1400 Design Control Document Tier 2, Chapter 12.3 Radiation Protection Design Features, 2014.