

## 사용후핵연료 장기저장전략 고찰

이경구, 김형준, 조천형

한국수력원자력(주)원자력발전기술원, 대전광역시 유성구 장동 25-1

[klee@khnp.co.kr](mailto:klee@khnp.co.kr)

### 1. 서론

원자력발전소로부터 발생한 사용후핵연료는 직접처분하거나, 재활용 후 폐기물만을 영구처분하게 되는데 발생이후 여러 관리단계를 거칠 때 마다 저장이 요구된다. 저장에는 (1) 방사능 및 열감쇠 목적의 Decay Storage (2) 기존시설과 연계운영 목적의 Buffer Storage (3) 다음 단계전략과의 연계관리 목적의 Interim Storage (4) 미래 잠재가치 활용목적의 Strategy Storage로 분류되어 왔으며, 최근에는 일종의 관리전략으로써 장기저장(Long-term 또는 Extended Storage)을 별도로 분류하여 관심을 보이고 있다[1][2].

본 논문에서는 장기저장에 관하여 최근의 관련문헌을 통해 해외 사례를 조사하여 사용후핵연료 관리정책 기초자료로 활용할 수 있도록 그 특성을 분석하였다.

### 2. 본론

최근 장기저장에 관심이 높아진 이유는 사용후핵연료 최종관리 방안의 불확실성에 기인하며 특히 처분안전에 대한 낮은 수용성이 주된 원인이다. 따라서 처분의 장기 신뢰기술 확보, 재활용 또는 소멸처리 기대, 국제적 해결방안 모색 측면에서 장기저장전략이 선호되고 있는 이유이며, 앞으로 확대가 불가피하게 될 전망이다.

장기저장을 일컫는데 있어서 기간요건을 살펴보면 IAEA의 경우 50년-300년, OECD/NEA의 경우 100년 이상, 캐나다의 경우 100년-300년, 네덜란드는 최소 100년 이상을 정하고 있다. 그러나 소수의 의견으로는 처분공정의 일부인 폐쇄 전 회수가 가능 개념의 저장까지를 의미하는 것으로 확대 해석하는 경우도 있다[2].

장기저장을 세계 최초로 국가전략으로 채택한 네덜란드는 장기저장의 HABOG 시설을 2003년부터 운영하기 시작하였으며, 2130년 이후 미래세대가 연장 또는 회수 가능한 개념의 처분 추진여부 등을 결정하게 될 것이다. 장기저장을 채택한 이유로는 (1) 위험관리 측면에서 미래에 처분하는 것에 대한 선호도 (2) 국제 또는 지역 공동해결 전망 (3) 충분한 냉각 및 방사능 감쇠 (4) 향후 100년내 신기술 출현 가능성 등이 있다.

캐나다는 장기저장전략을 “단계적 적응관리”(Adaptive Phased Management)로 설정된 국가 정책목표를 지향하는데 필요한 요소로 채택하고 있다. 즉 최소 60년 이상을 중간저장하면서 처분장을 마련할 방침이며, 처분사업이 지연될 경우를 대비하여 300년까지도 저장에 의존할 수 있는 유연성을 도모하고 있다. 장기저장을 중시하는 이유는 모니터링 및 시정조치를 통해 안전관리가 용이하다는 점, 회수가 즉시 가능할 수 있다는 점 및 미래기술을 통해 장기 처분안전성 향상을 기대할 수 있기 때문이다.

프랑스는 1991년 방사성폐기물관리법(Loi Bataille)에 근거하여 사용후핵연료 및 고준위 방사성 폐기물을 대상으로 300년의 장기저장에 대한 제반 기술성을 검토하고 있으며, 영국은 심지층 처분을 국가정책으로 최근 결정하였지만 수십년에 걸친 안전성관련 연구개발의 중요성을 강조하고 있으며, 특히 Magnox 연료이외의 사용후핵연료는 재처리계획이 없어 장기저장이 불가피한 것으로 전망하고 있다.

헝가리의 경우는 최종 관리정책 결정의 어려움으로 건식 MVDS(Modular Vault Dry Storage) 시설에 의한 70년 이상의 장기저장 시설을 추진중에 있고, 독일은 2002년도 원자력발전의 모라토리움 정책에 따라 사용후핵연료를 직접처분할 방침이지만 현재까지 국민적 반대가 극심하여 영구 처분장에 관한 부지선정 계획조차 마련하지 못하고 있는 상황에 있어 장기저장은 불가피할 전망이다, 그 이외에 네덜란드처럼 소규모 원전 국가인 벨기에, 스위스 등의 경우도 장기저장전략을 채택할 수밖에 없는 입장이다.

IAEA 및 OECD/NEA는 2000년이후 거론된 장기저장 대안에 대한 문제를 심도있게 검토한 바 있다. IAEA는 주로 실행에 있어서의 기술적, 관리적 문제를 다루고 있는데, 장기저장이 지속 가능한 방안이 되기 위해서는 미래세대에서도 안전한 책임관리가 유지되도록 책임, 지식, 정보가 세대간 효과적으로 이전 관리되어야 하며, 장기간동안 산업, 규제, 보안을 위한 기반의 지속적 유지가 요구되어야 한다고 강조하고 있다. OECD/NEA는 장기저장이 미래세대로 책임이 전가되므로 윤리와 안전성 관점에서 문제될 수 있으나 장기저장을 통하여 안전처분을 위한 충분한 준비기간 확보, 미래세대의 재활용 기회제공의 유연성이 있으며, 특히 처분안전성의 불확실성으로 인해 정책을 확정하지 못한 국가의 중간 해법으로서 적절한 대안이라고 기술하고 있다[1][2]. 또한 장기저장의 기간만큼 처분사업을 지연 추진할 경우 경제적으로 매우 유리하게 된다[3].

장기저장전략을 요약하면 미래세대가 지금보다 향상된 기법으로 사용후핵연료 최종관리를 추진할 수 있는 장점이 있으나, 미래세대에게 책임과 위험을 전가하는 사회윤리적 문제가 있다. 그럼에도 불구하고 소규모 원자력발전 국가에게는 부지확보 측면, 발생량 측면, 경제성 측면등에서 유리한 대안으로 평가된다[4].

### 3. 결론

사용후핵연료에 대한 최종 관리방안의 불확실성 등으로 장기저장은 국제적으로도 불가피한 현실의 문제로 인식되고 있다.

장기저장 옵션의 의사결정 특성은 미래세대에게 책임, 위험전가와 기회제공의 상충관계(Trade-Off)가 형성되며, 국가 최종 관리정책과 연계하여 고려해야 할 정책문제로 파악되었다. 사용후핵연료 관리대안으로써 장기저장은 최종 관리방안의 결정이 용이하지 않는 현재 시점에서 정책의 유연성을 제공하며 특히 규모가 작거나 처분정책 미결정 국가에게 유리한 전략인 반면 사회윤리적으로 책임, 위험 전가 문제가 제기되고 있다.

국가전략으로 장기저장 정책을 고려할 경우 장기저장의 안전성관련 기술확보와 장기저장 기간 동안 사용후핵연료나 고준위 방사성폐기물의 최종 관리해법을 찾기 위한 능동적 노력이 지속적으로 이루어져야 한다.

### 참고문헌

- [1] IAEA, Selection of Away-From-Reactor Facilities for Spent Nuclear Fuel Storage( 2007)
- [2] OECD/NEA, The Roles of Storage in the Management of Long-lived Radioactive Waste(2006)
- [3] Graham Smith, Cost Comparison of Spent Fuel Storage and Deep Geological Disposal, A paper prepared for the Nonproliferation Policy Education Center(2008)
- [4] IAEA, TECDOC-1343, Spent Fuel Performance Assessment and Research, final report of a co-ordinated research project on spent fuel performance assessment and research (SPAR) 1997-2001(2003)