

국내 사용후핵연료 현황 및 대안으로서의 호주남부 국제공동 저장·처분 시설

최유정, 황용수*

한국원자력통제기술원, 대전광역시 유성구 유성대로 1534

*yjc729@kinac.re.kr

1. 서론

지난 8월 11일 산업통상자원부가 '고준위 방사성 폐기물 관리절차에 관한 법률' 제정(안) 입법을 예고함에 따라, 고준위 방사성 폐기물 처분방안에 대한 관심도 증가하고 있다.

사용후핵연료의 처리와 관련하여 2016년 5월 호주 왕립위원회에서 사용후핵연료 국제공동 저장·처분 시설의 타당성을 검토한 보고서를 발간, 국내 사용후핵연료 처분장 계획과 함께 하나의 대안으로서 호주남부의 국제 공동 저장·처분 시설 대해 검토하고 시사점을 도출하였다.

2. 국내 사용후핵연료 발생량 및 향후 계획

2.1 국내 사용후핵연료 발생량

2016년 5월 기준 시운전 중인 원전을 포함하여 국내 운전 중인 원전은 총 25기고, 월성 중수로 4기와 19기의 경수로가 가동중에 있다. 고준위방사성폐기물 관리 기본계획에 따르면 2015년 12월 말 기준 사용후핵연료는 경수로형 원전 16,297다발, 중수로형원전 408,797다발, 연구용원자로 502다발로 16년 이후 사용후핵연료는 경수로형 원전 73,110다발과 중수로형 원전 255,840다발, 연구용원자로 1,600다발이 발생할 것으로 예상된다.

2.2 국내 사용후핵연료 저장시설 예상포화년도

현재 경수로에서 발생한 사용후핵연료는 소내 임시저장시설에 보관 중에 있으며, 임시저장시설의 용량을 고려할 때, 고리 2016년, 한빛 2019년, 한울 2021년, 신월성 2022년에 포화될 것으로 예상된다. 소내이동이나 조밀저장대의 내부설치를 가정할 경우 고리 2028년, 한빛 2024년, 한울 2026년 신월성 2038년에 포화가 예상됨에 따라 사용후핵연료 처분을 위한 저장시설이 시급한 문제로 대두되고 있다.

2.3 고준위방사성 폐기물 관리정책

산업통상자원부가 발표한 향후 고준위방사성 폐기

물 관리정책 추진일정에 따르면, 부지선정 12년, 중간저장시설 건설 7년, 인허가용 URL (Underground Research Laboratory) 건설·실증 연구 14년(동시추진), 인허가용 URL에서 실증연구 이후 영구처분 시설 건설 10년으로 총 36년에 걸쳐 고준위방사성폐기물 처분시설을 확보한다는 계획을 가지고 있다. 정부는 또 하나의 대책으로 국제공동 저장·처분 가능성을 열어두고 있는바, 지난 2016년 5월 호주왕립위원회에서 수행한 사용후핵연료 국제공동 저장·처분 시설의 타당성을 검토 내용을 아래에서 살펴보았다.

3. 호주남부 국제공동 저장·처분 시설

3.1 국제공동 저장·처분 시설에 대한 호주의 입장

국제공동 저장·처분 시설과 관련하여 호주의 입장은 현재 기술적으로는 가능하다는 입장이다. 사용후핵연료 처분시설을 위한 심지층처분 시설의 경우 수십년 전부터 각국에서 시행되어 왔으며, 저장 시설의 건설위한 암반 특성은 주 내에 적합한 위치가 존재하기에 기술적으로 합당하는 입장을 보이고 있다.

3.2 시설 운영과 관련된 호주남부의 특성 분석

호주남부는 Gawler 대륙괴와 Curnamona 대륙괴로 고결정성의 암반으로 이루어져 있으며 25억년과 15년 전에 형성되어 1 km 이상의 연속된 실트암(siltstone)과 사암, 셰일, 석회암 및 역암으로 이루어진 퇴적층을 갖추고 있다. 또한 대부분이 지질학적으로 활성층에 위치해 있으나, 불의고리로 불리는 활성 단층에 위치한 지역과 비교해 볼 때 전 세계적으로 활성도가 매우 낮은 편이다. 호주남부의 기후는 매우 건조한 편에 속해 심지층 처분시설의 특성을 고려해 볼 때 적합한 기후를 지니고 있다.

정치·사회적 관점에서 보면, 호주남부는 정치적으로 매우 안정되어 있으며, 사용후핵연료 국제 공동 저장·처분 시설을 위한 기존의 체계는 유권자와 지역공동체와의 합의를 위한 여러 단계의 절차를 가지고 있다.

3.3 시설의 건설 및 운영 계획

사용후핵연료의 최종 저장·처분 시설의 건설 및 운영을 가정한 타임라인은 다음과 같다. 사용후핵연료 중간 저장 시설의 운영을 가정하였을 때, 중간 저장 시설은 프로젝트 시작 11년 이후 이용하며, 이후 부지 선정, 허가, 건설의 진행을 가정하였을 때 중간저장시설은 프로젝트 시작 후 83년까지 이용한다. 또한 사용후핵연료는 이후 최종처분장에 28년 이후부터 이송을 시작하여, 92년까지 이송을 완료하는 것으로 계획하였다. 사용후핵연료의 경우 최종 처분장에 처분 전 40년의 냉각기간을 가정하였다.



Fig. 1. Assumed facility development and operation timeline[1].

GDF(geological disposal facility)
 IDR(intermediate depth repository)
 ISF(interim storage facility)
 UF(used fuel)

3.4 사용후핵연료처분 비용 산정

사용후핵연료의 최종처분을 위한 비용은 보수적으로 175만 AUD/tHM으로 평가하였으며, 이는 대상국의 지불의사에 따른 195만 AUD/tHM 보다 20만 AUD/tHM 낮은 금액으로 대상국의 사용후핵연료 운반과 준비를 고려한 금액이다. 지불의사에 따른 금액 195만 AUD/tHM은 최고금액과 최저금액의 평균값으로, 지불의사에 따른 금액의 경우 각국의 사용후핵연료 처리와 관련한 각국의 사정에 따라 다른 것으로 나타났다. 최고 비용은 260만 AUD/tHM으로 국가에 사용후핵연료 처분장이 존재하지 않으며, 처분장 건설과 관련하여 국내 상황이 여의치 않은 경우로 사용후핵연료 발생량이 적고 지질학적으로 불리한 경우이다.

4. 결론

최근 원자력발전에 대한 우려 속에 사용후핵연료 최종 처분에 관한 관심이 날로 커지고 있다. 이에 국내 지난 8월 11일 산업통상자원부가 '고준위 방

사성 폐기물 관리절차에 관한 법률' 제정(안) 입법을 예고함에 따라, 사용후핵연료 처분 문제가 현실로 다가오고 있다. 이에 본 연구에서는 국내 사용후핵연료 발생현황과 처리계획에 대해 알아보고, 하나의 대안으로 호주 왕립위원회에서 사용후핵연료 국제공동 저장·처분 시설에 대해 살펴보았다. 국내 사용후 핵연료는 경수로의 경우 약 400 ton/년이 발생하며, 다발 당 무게(450 kg)와 처분장 건설비용 및 주민 합의과정 등을 고려했을 때 호주에서 제안한 175만 AUD/tHM은 현실적으로 고려해 볼 만한 제안이다. 이에 국내 사용후핵연료 처분방안의 논의에서도 하나의 대안으로서 남부호주의 사용후핵연료 국제공동 저장·처분 시설을 검토해 볼 필요가 있을 것으로 사료된다.

5. 감사의 글

본 연구는 한국원자력통제기술원 고유(일반)사업의 일환으로 수행된 연구결과입니다 (No. B6-8140).

6. 참고문헌

- [1] Nuclear Fuel Cycle Royal Commission, "Nuclear Fuel Cycle Royal Commission Report", Accessed Aug. 22. 2016, Available from <http://nuclear.sa.gov.au/the-report>
- [2] 산업통상자원부, "사용후핵연료 관리에 대한 권고안", 6. 29. 2015.
- [3] 국무조정실 보도자료, "제 6차 원자력진흥위원회, 「고준위 방사성폐기물 관리 기본계획」 확정", 7. 26. 2016.
- [4] D. Cook, C. McCombie, N. Chapman, N. Sullivan, R. Zauner, and T. Johnson, "Radioactive Waste Storage and Disposal Facilities in South Australia Quantitative Cost Analysis and Business Case", Jacobs and MCM, Feb. 9. 2016.