

국내 사용후 핵연료의 육상수송에 관한 고찰

권기현, 김병태, 최영구, 김대환, 홍지식, 임유경, 김기홍, 한병섭*, 이수홍*

선광원자력안전(주), 대전광역시 대덕구 신일동 1683-4

*(주)에네시스, 대전광역시 유성구 구암동 328

forever99k2@gmail.com

1. 서론

각 원전에서 발생한 사용후 핵연료를 처분장, 중간저장시설 등으로 안전하게 수송하기 위해서는 각각의 운송 경로에 대한 안전성 평가를 통해 운반 안전성을 확보해야 한다. 이러한 운반 안전성을 확보하기 위해서는 예상 경로에서의 사고분석, 사고확률 등 운반과 관련된 DB 구축과 방사선 안전성 확보방안을 수립하여, 사용후 핵연료 수송과정에서의 신뢰성을 확보해야 한다.

본 논문에서는 도로와 철도를 이용한 국내 사용후 핵연료 육상수송의 타당성을 검토하였다.

2. 본론

2.1 도로

대표적 육상 운송수단인 도로는 2009년 기준으로 고속도로 총길이 3,211km(민자 포함 3,447km)로 한반도 남북 총길이(1,100km)의 3배이며, 고속도로 총 부지면적은 8,151만평으로 여의도(254만평)의 33배이다. 고속도로 이외에도 많은 도로가 있으며, 국가경제에 끼치는 영향은 연간 약 139조 원으로 분석되고 있다. 이와 같이 발달된 국내 도로망은 각 원전까지 도로가 연결되어 있으며, 사용후 핵연료의 수송을 도로로 이용할 경우, 기존 시설 이용에 따른 별도의 건설이 필요 없기 때문에 비용적인 측면에서 가장 유리한 운송수단으로 판단이 된다. 하지만 사용후 핵연료를 실기 위한 트럭의 경우 CASK의 크기와 중량 그리고 CASK와 사용후 핵연료를 실는 차폐 트럭의 총중량 등의 문제로 도로운행에 제약이 따른다.

2.1.1 국내 도로교통법

국내 도로교통법은 도로법, 도로법 시행령, 도로법 시행규칙에 따라 운영을 하고 있다. 도로의 종류와 등급은 도로법 '제8조'에 명시되어 있다.

[도로법]

제8조(도로의 종류와 등급)

도로의 종류는 다음 각 호와 같고, 그 등급은 다음에 열거한 순위에 따른다.

1. 고속국도
2. 일반국도
3. 특별시도(特別市道)·광역시도(廣域市道)
4. 지방도
5. 시도(市道)
6. 군도(郡道)
7. 구도(區道)

수송차량 또는 화물차량이 도로를 이용하기 위해서는 국내 도로교통법에 제시된 법규 내에서 운행을 해야만 한다. 도로교통법에는 '운행제한 차량'을 명시하고 있으며, 그 내용은 다음과 같다.

- 차량의 축하중 10톤을 초과한 차량
- 차량의 총중량이 40톤을 초과한 차량
- 적재물을 포함한 차량의 길이가 16.7m를 초과한 차량
- 적재물을 포함한 차량의 폭이 2.5m를 초과한 차량
- 적재물을 포함한 차량의 높이가 4.2m를 초과한 차량

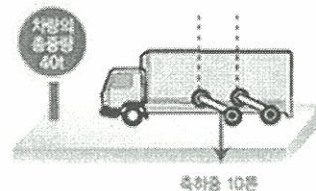
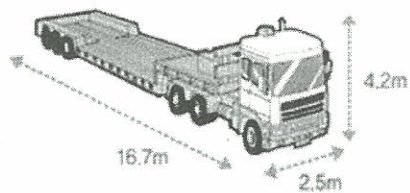


Fig. 1. Shuttle vehicle restrictions

2.1.2 사용후 핵연료 수송용기 및 차량

국내 사용후 핵연료를 수송하기 위한 운반용기, 수송차량 등에 대한 육상수송 방안이 현재 결정된 사항은 없지만, 사용후 핵연료 자체에서 발생되는 강한 방사선과 열을 차폐해야하기 때문에 전용 수송용기(CASK)에 넣어 수송이 이루어져야 한다. 수송용기는 매우 두꺼운 차폐재를 이용하여 제작이 되며, 이러한 차폐 조건을 만족하기 위해 사용되는 수송용기의 경우, 사용후 핵연료와 수송용기의 총중량이 100톤을 상회하며, 이러한 중량의 사용후 핵연료(CASK 포함)를 운반하기 위해서는 특수 제작된 차량이 필요하게 된다. 프랑스의 경우 프랑스 원자력발전소에서 재처리 공장으로 사용후 핵연료를 수송하기 위해 사용되는 차량의 사양은 길이 24m, 높이 4.7m, 최대 적재 중량 175톤의 규모로 제작이 된다.(Fig. 2. 참조)

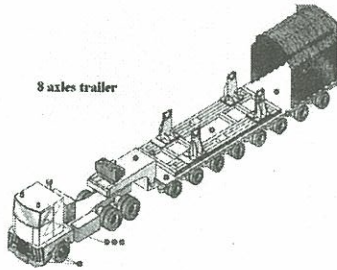


Fig. 2. France's spent fuel transport vehicle

프랑스의 8축용 수송차량을 국내에서 사용할 경우, 차량 사양은 도로교통법의 운행제한차량의 모든 기준을 초과하기 때문에 차량운행을 할 수가 없으며, 차량 총중량을 120톤으로 가정하면 각 축하중은 약 15톤으로 이는 운행차량의 축하중이 15톤일 때 승용차 39만대가 통행하는 도로파손과 같다. 따라서 국내 도로교통법에 명시된 운행 제한차량의 사양을 만족하는 차량으로 제작하거나, 도로교통법에 명시된 '운행제한차량의 운행허가 신청'을 통하여 운행을 해야 하지만, 막대한 도로파손의 영향과 고방사능 핵물질의 민간지역 경유라는 문제로 인해 운행허가가 어려울 것으로 예상이 된다.

2.2 철도

대량 화물수송의 대표적인 운송방식인 철도를 각 원전에서 가장 가까운 거리의 철도로 연결하여 사용후 핵연료를 수송할 경우, 그에 따른 건설비용과 기간을 산출하였다.

2.2.1 일반철도 건설비용

고리, 울진, 영광 각 원전에서 최소거리에 위치한 철도로 건설을 할 경우, 원전지역이 해안가에 위치하므로 연약구간으로 가정하여 km당 철도 건설비용을 산출하였다.(Table. 1, 2. 참조)

Table 1. Common rail construction costs per km(unit:억원/km)

공 종			단 선 일반부	부분합계
노반	토 공	연약구간	79	177.5
	정거장	2홈2선	79	
	- 케 도		7	
	- 전 력		3.3	
	- 신 호		4.3	
	- 통 신		4.9	
건물	일반철도	지상	58	58

Table 2. The estimated cost for railway construction

구분	철도건설 최소거리	예상 건설비용
고리원전	1.4 km	306.5억원
울진원전	30 km	5,383.0억원
영광원전	37 km	6,625.5억원

2.2.2 건설기간

'철도건설 표준공정기간'에 따르면 원전물질 수송이라는 사안으로 인해 철도건설 지역 주민들과의 마찰 및 협상을 배제한다고 하여도 기본계획에서 시운전까지 12년이라는 기간이 소요된다.

3. 결론

국내의 대표적인 육상수송 방식인 도로와 철도를 사용하여 사용후 핵연료를 수송 할 경우 그에 따른 타당성을 분석하였다. 도로의 경우 운행차량의 문제점이 있으며, 철도의 경우 막대한 건설비용과 장기간의 건설이 필요함을 파악할 수 있다.

4. 감사의 글

본 연구는 지식경제부에서 시행한 지식경제 기술혁신사업의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

5. 참고문헌

[1] 한국도로공사(<http://www.ex.co.kr/>)
 [2] 2008년도 예비타당성조사 연구보고서 도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)