

경수로 사용후핵연료 건식저장을 위한 콘크리트 용기 제작성 평가

백창열, 정의영, 박주문*

한국방사성폐기물관리공단, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

*대왕콘, 경남 함안군 칠원면 유원리 1435-5

baegcy@krmc.or.kr

1. 서론

국내 원전에서 발생된 경수로 사용후핵연료의 소내 습식저장용량 포화에 대비하고 원자력의 지속 가능한 발전을 위해서는 사용후핵연료의 안전하고 효율적인 저장관리가 필수적이다. 국제적으로 사용후핵연료는 건식저장이 주된 추세로 금속결용 용기와 콘크리트 저장용기 방식이 주로 사용되고 있다. 본 논문에서는 국내에서는 설계/제작 경험이 없는 콘크리트 저장용기에 대해 국내의 기술기준/규정, 해외 기술현황 등을 분석하고 주요 재료, 제작 항목, 공정 등 전반적인 제작성에 대한 평가를 수행하였다.

2. 본론

2.1 개요

본 논문에서 고려한 콘크리트 저장용기는 단일 저장공간을 갖는 수직형 구조물로 주요 구조부와 방사선 차폐는 콘크리트를 사용하고 있다. 사용후핵연료는 콘크리트 저장용기 내에 금속 캐니스터에 밀봉되고 금속 캐니스터는 용기 상하부에 설치된 공기 유로에 따라 자연대류에 의해 냉각된다. (그림 1. 콘크리트 저장용기 참조)

2.2 기술기준 및 설계요건

사용후연료 건식저장시설의 기술기준 및 설계요건은 정상, 비정상 및 사고조건으로서 자연재해와 인위적 사고로 분류되며, 가장 심각한 사고조건인 경우 다양한 형태의 하중이 가능하며, 자연재해에 의해 발생할 수 있는 홍수, 지진 및 비정상 압력을 받고 최대취급높이에서 낙하사고가 발생하는 하중의 형태가 있으며, 공기의 흡기구 및 폐기구가 폐쇄되는 조건에서의 열하중, 폭풍이나 홍수, 지진에 의한 전복 등으로 구성된다. 콘크리트 저장용기 설계/제작에 적용될 국내 기술기준으로는 KS규격과 전력산업기술기준(KEPIC)이 있으며 국외 관련 기술기준은 다음과

같다.

- ACI 349 Requirements for Nuclear Safety related Concrete Structures
- ASME B&PV Sec. III Rules for Construction of Nuclear Power Plant Components
- US 10CFR Part 72 Licensing Requirements for the Independent Storage of Spent Nuclear Fuel and High-Level Radioactive Waste
- ANSI/ANS-57.9 Independent Spent Fuel Storage Installation 등

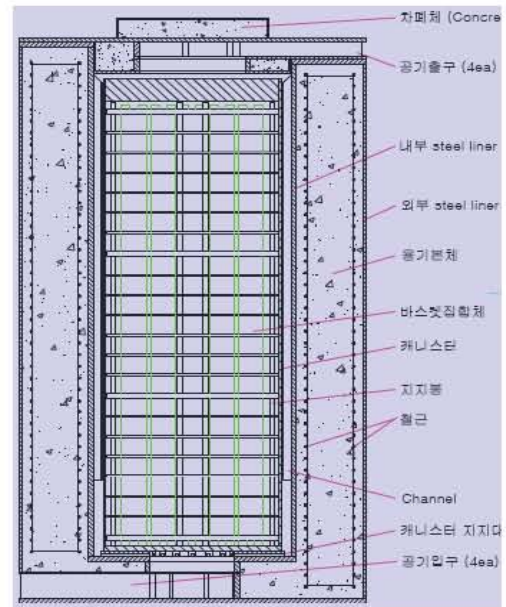


Fig. 1. Concrete Dry Storage Cask

2.3 제작성 평가항목 도출 및 분석

콘크리트 저장용기의 제작에 적용될 국내 기술기준으로는 전력산업기술기준 원자력구조의 SNC(철근콘크리트구조), SNG(강판콘크리트구조)의 기술기준에 따라 제작/설치 시공 및 품질관리가 이루어질 것이며, 강판콘크리트구조의 제작공정요건으로 강구조물과 콘크리트 및 철근의 시공으

로 분류할 수 있다. 강구조물은 공장제작을 원칙으로 하고, 콘크리트 및 철근은 운반 등의 조건에 따라 공장 또는 현장에서 제작할 수 있다. 또한, 콘크리트 저장용기의 시험 및 검사는 재료/성능/제작으로 구분하여 ACI-349, ASTM 등에 따라 제작/시험을 수행하여야 하나, 이 규격과 동등하거나 그 이상인 규격 및 코드를 사용할 수 있을 것으로 판단된다.

Table1. Evaluation items and technical basis for major materials

구분		기술기준	
시멘트	포틀랜드 Type I or II	- ASTM C150 - KS L5201	
골재	자갈/강모래	- ASTM C33	
보강재	구조용 강재	- ASTM A516 Gr55 - ASTM A516 Gr53	- ASTM A516
	이형철근	콘크리트 보강용	- ASTM A615/A615M-09b
혼화재	Fly-ash	ASTM C618	- ASTM C618
	공기 연행제	ASTM C260	- ASTM C260
	감수제	ASTM C494 or ASTM C1017	- ASTM C494 or C1017

Table2. Evaluation items and technical basis for manufacturing technic

구분		기술기준	
제작기술성	강구조물	- KEPIC SNG(SC구조)	
	철근 가공/배근	- ACI 349	
	콘크리트 생산/타설/양생	- ACI 349	
	시험/검사	- ASTM/ASME - ACI349	

적용될 시멘트의 종류로는 국내 적용사례, 수급성 등을 고려하여 포틀랜드 Type II(중용열 시멘트) 보다는 Type I(보통 시멘트)을 적용하는 것이 타당할 것으로 판단되며, 골재 규격은 평균 20mm(최대 40mm 이하)로 선정하였다. 콘크리트 저장용기의 설계요건을 검토한 결과, 강구조물+콘크리트+배근철근에 대한 종합적인 설계가 이루어져야 할 것으로 예상된다. 강구조물에서는 일부 재질에 대해 방호도장, 도금 등의 방안검토가 필요하며, 사용 중 검사주기/보수방안 등의 운영 기준도 마련되어야 할 것으로 판단된다.

3. 결론

경수로 사용후핵연료의 건식저장과 관련하여 지속적으로 국내외 기술개발 동향 및 기술기준을 분석하여 주요재료, 제작공정 등 세부적인 사항을 개선/보완함으로써, 우리 실정에 맞는 안전하고 효율적인 콘크리트 저장용기를 개발할 수 있을 것이다.

4. 감사의 글

본 연구는 지식경제부의 방사성폐기물관리기술 개발 중장기기획과제의 일환으로 수행중에 있습니다.

5. 참고문헌

- [1] 사용후핵연료 수송저장 핵심기술개발, 1단계 보고서, 2011.
- [2] 최신 콘크리트공학, 한국콘크리트학회, 2011.
- [3] 전력산업기술기준, 2010년.